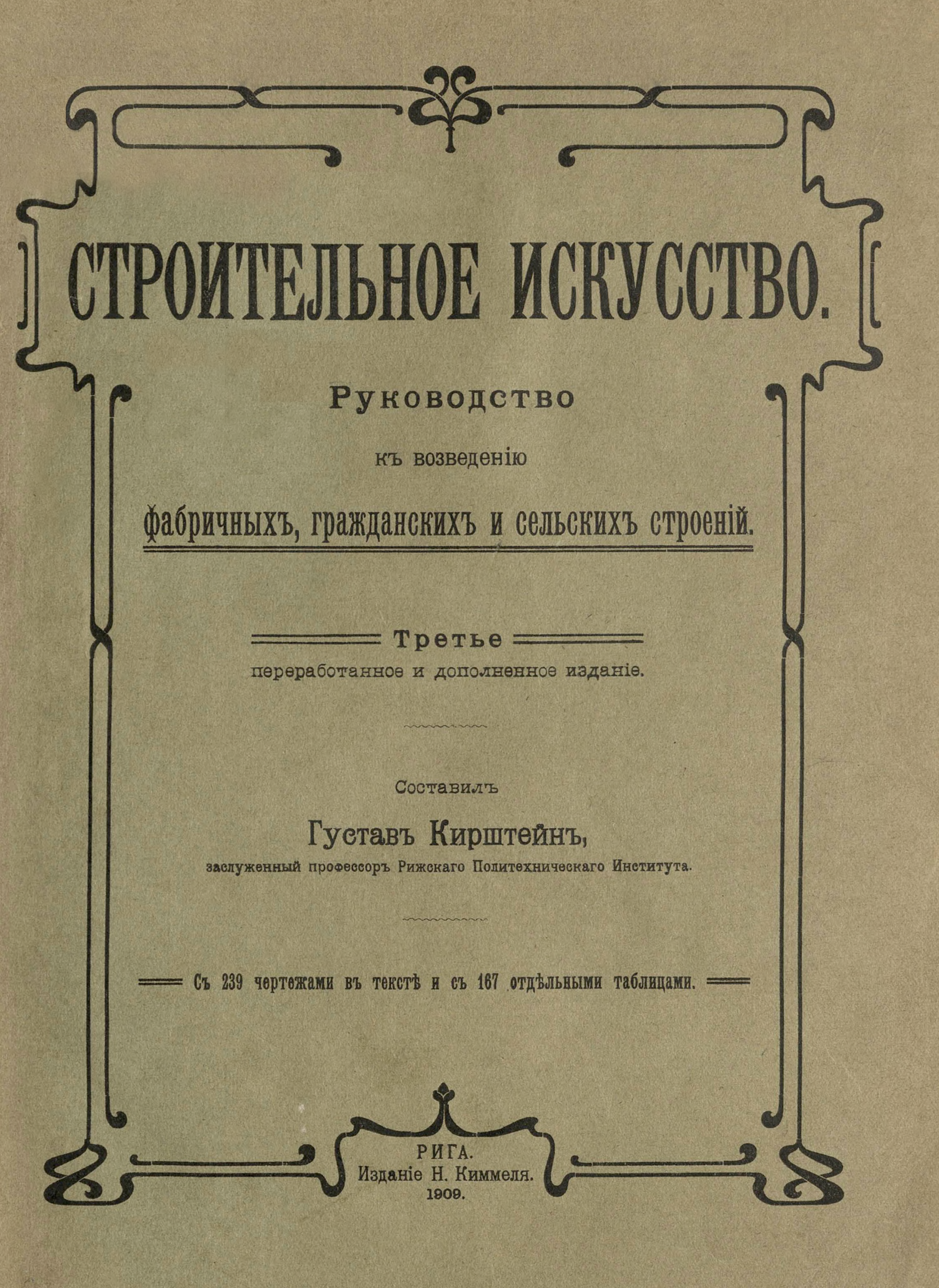


СТРОИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО.

Руководство

къ возведенію

фабричныхъ, гражданскихъ и сельскихъ строеній.

Третье

переработанное и дополненное изданіе.

Составилъ

Густавъ Кирштейнъ,

заслуженный профессоръ Рижскаго Политехническаго Института.

Съ 239 чертежами въ текстѣ и съ 167 отдѣльными таблицами.

РИГА.

Изданіе Н. Киммеля.

1909.

Строительное Искусство.

РУКОВОДСТВО
= КЪ ВОЗВЕДЕНІЮ =

ФАБРИЧНЫХЪ, ГРАЖДАНСКИХЪ
И СЕЛЬСКИХЪ СТРОЕНІЙ.

ТРЕТЬЕ ПЕРЕРАБОТАННОЕ и ДОПОЛНЕННОЕ ИЗДАНІЕ.

СОСТАВИЛЪ
Густавъ Кирштеинъ,
ЗАСЛУЖЕННЫЙ ПРОФЕССОРЪ РИЖСКАГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКАГО ИНСТИТУТА.

СЪ 239 ЧЕРТЕЖАМИ ВЪ ТЕКСТѢ И СЪ 167 ОТДѢЛЬНЫМИ ТАБЛИЦАМИ.

РИГА.
ИЗДАНІЕ Н. КИММЕЛЯ.
1909.


Печатано въ типографіи Мюллера въ Ригѣ (Гердерова площадь № 1).

Предисловіе къ первому изданію.

Предлагаемое руководство предназначается **для практическихъ строителей,** и одновременно оно должно служить для учащихся на техническихъ учебныхъ заведеніяхъ пособіемъ при рѣшеніи задачъ изъ области строительнаго искусства.

Вслѣдствіе сравнительно небольшого объема руководства, авторъ обработалъ отдѣльныя главы въ болѣе или менѣе сокращенномъ видѣ. Особенно кратко составлены тѣ части главъ, предметомъ которыхъ служитъ возведеніе монументальныхъ зданій, церквей и т. п. Такъ, на примѣръ, выпущено подробное описаніе устройства очень сложныхъ и дорогихъ основаній, допускаемыхъ только, въ случаѣ крайней необходимости, для построекъ средней важности, при устройствѣ которыхъ это руководство именнно и должно служить пособіемъ. Способы кладки разныхъ частей зданій изъ тесаннаго камня поэтому также показаны лишь вкратцѣ, и не обращено вниманіе на устройство сложныхъ сводовъ.

Отдѣлъ главы „о каменныхъ работахъ", относящійся къ составленію карнизовъ, долженъ служить лишь указаніемъ для строителей, не получившихъ художественнаго образованія, въ случаѣ проектированія фасадовъ; поэтому въ немъ собраны только наиболѣе употребительные карнизы различнаго рода.

Не смотря на то, что желѣзныя крыши играютъ весьма важную роль при покрытіи фабричныхъ и заводскихъ зданій, авторъ нашелъ возможнымъ ограничиться изложеніемъ устройства односкатныхъ, двускатныхъ и зубчатыхъ крышъ, такъ-какъ проектированіе цилиндрическихъ крышъ, имѣющихъ обыкновенно очень большой пролетъ, въ настоящее время большею частью составляетъ задачу спеціалистовъ.

Размѣры отдѣльныхъ частей сооруженій опредѣлены въ руководствѣ, насколько это было возможно, по опытнымъ даннымъ, при чемъ, исключая размѣры металлическихъ частей зданій, за единицу мѣры для нихъ принятъ русскій или англійскій футъ.

Для строителей, знающихъ законы строительной механики, составлены въ „Приложеніи" разсчетныя данныя и таблицы, при помощи которыхъ они могли бы точно опредѣлить поперечныя сѣченія составныхъ частей сооруженій. Данныя въ таблицахъ выражены въ различныхъ единицахъ мѣры и вѣса.

Въ концѣ главы „о каменныхъ работахъ" помѣщены данныя для вычисленія израсходованнаго матеріала при исполненіи важнѣйшихъ сюда относящихся работъ. Что касается подробнаго и точнаго составленія смѣтъ, то мы указываемъ на „Урочное положеніе".

Рига, августъ 1899 года. **Авторъ.**

Предисловіе

ко второму переработанному и дополненному изданію.

Объемъ второго переработаннаго и дополненнаго изданія предлагаемаго руководства увеличенъ противъ перваго на половину текста, 79 чертежей въ текстѣ и 19 отдѣльныхъ таблицъ.

Не смотря на это значительное увеличеніе объема руководства, цѣна за него, благодаря тороватости г. издателя, не повышена.

Увеличеніе объема руководства получилось не прибавкою новыхъ главъ, но дополненіями и расширеніями уже существующихъ.

Предметы, къ которымъ относятся упомянутыя дополненія и расширенія, слѣдующіе: желѣзо, растворы, бетонъ, изслѣдованіе грунта, основанія зданій, предохраненіе стѣнъ отъ прониканія сырости грунта и защита подвальныхъ помѣщеній отъ напора грунтовыхъ водъ снизу, свободно стоящія дымовыя трубы для фабрикъ и заводовъ, своды, желѣзо-бетонные потолки и желѣзныя крыши.

Наибольшая часть названныхъ статей совершенно переработана.

Кромѣ того, прибавлены къ „Приложенію" новыя разсчетныя данныя и таблицы, и для важнѣйшнихъ случаевъ строительной механики вычислены разсчетные примѣры.

Не смотря на то, что приняты въ „Приложеніе" нормальные типы прокатнаго желѣза русскаго сортамента, сохранены и нормальные типы германскаго сортамента, такъ-какъ они еще часто въ Россіи находятъ примѣненіе на практикѣ.

Авторъ счелъ полезнымъ особенно подробно изложить устройство и разсчетъ устойчивости свободно стоящихъ дымовыхъ трубъ для фабрикъ и заводовъ, такъ-какъ на практитѣ нерѣдко встрѣчается, что столь важныя сооруженія возводятся безъ помощи спеціалистовъ. Въ такихъ случаяхъ указанія въ предлагаемой статьѣ могутъ оказать хорошія услуги.

Авторъ надѣется приведенными дополненіями расширить кругъ лицъ, могущихъ пользоваться настоящимъ руководствомъ при своихъ практическихъ и учебныхъ строительныхъ занятіяхъ.

Авторъ.

Предисловіе

къ третьему переработанному и дополненному изданію.

Глава о частяхъ зданій изъ желѣзо-бетона представляетъ главную и важнѣйшую часть дополненій третьяго изданія настоящаго руководства.

Въ виду весьма важнаго значенія желѣзо-бетона для строительнаго дѣла, статьи о портландскомъ цементѣ и о растворѣ и бетонѣ изъ него испытали подробную обработку.

Статья о металлическихъ подпорахъ совершенно переработана.

Остальныя незначительныя дополненія, относящіяся къ различнымъ статьямъ, не заслуживаютъ особаго упоминанія.

Объемъ третьяго переработаннаго и дополненнаго изданія прелагаемаго руководства увеличенъ противъ второго на 104 страницы, 33 чертежа въ текстѣ и 16 отдѣльныхъ таблицъ.

Авторъ.

ИСТОЧНИКИ.

Афросимовъ. Начала строительнаго искусства и курсъ желѣзнодорожнаго дѣла. 1890.

Бихеле. Справочная книга. 1896.

Бѣлелюбскій и Богуславскій. Подборъ поперечныхъ сѣченій и исчисленіе вѣса металлическихъ сооруженій. 1899.

Вронишъ и Фишеръ. Краткое руководство къ строительному искусству и архитектурѣ. 1896.

Королевъ. Сельское строительное искусство. 1880.

Крассовскій. Гражданская архитектура. 1851.

Радивановскій. Строительное искусство. 1897.

Радивановскій. Строительные матеріалы. 1900.

Романовичъ. Гражданская архитектура. 1895.

Сальмановичъ. Руководство къ составленію смѣтъ и технической отчетности. 1897.

Скрябучинскій. Самоучитель строительнаго искусства. 1890.

Соколовъ. Строительное искусство. Записки Технол. Инст. 1886.

Христовъ Поль. Желѣзо-бетонъ и его примѣненіе. Переводъ съ французскаго подъ редакціею инженера Передерія. 1903.

Эвальдъ. Строительные матеріалы. 1900.

Candlot. Гидравлическія извести. Переводъ съ французскаго подъ редакціею адъюнктъ-профессора Лямина.

Mahiels. Бетонъ и его примѣненіе. Переводъ съ французскаго подъ редакціею горнаго инженера Бабошина. 1902.

Barkhausen. Die Balkendecken. 1901.

Baukalender, herausgegeben vom Architektenverein zu Riga. 1894.

Baukunde des Architekten. 1895.

Bayer. Handbuch zur Berechnung der im Hochbau vorkommenden Constructionen in Holz und Eisen. 1899.

Betonkalender.

Brandt. Lehrbuch der Eisenconstructionen. 1875.

Brennicke. Der Grundbau. 1887.

Breymann. Bauconstructionslehre. 1894.

Durm. Handbuch der Architectur. Bis 1899.

Emperger. Handbuch für Eisenbeton. 1908.

Engel. Bauausführung. 1899.

Engel. Der Kalk-Sand-Pisébau. 1891.

Engel. Landwirthschaftliche Baulehre. 1895.

Fischer. Feuerungsanlagen für häusliche Zwecke. 1889.

Förster. Die Eisenconstructionen der Ingenieur-Hochbauten.

Förster. Das Material und die statische Berechnung der Eisenbetonbauten, 1908.

Gabriely. Grundzüge des Hochbaues. 1891.

Gottgetreu. Baumaterialienkunde. 1881.

Gottgetreu. Bauconstructionslehre. 1882.

Grevé und Schnabel. Schmiedeeiserne Dachconstructionen. 1895.

Heinzerling. Der Eisenhochbau der Gegenwart. 1876-

Hilbig. Vorlesungen über Bauconstructionslehre. Polytechnikum zu Riga. 1871.

Hintz. Die Baustatik. 1899.

Holz. Ziegelstein-Architektur. 1876.

Hitte. Справочная книга.

Jancke. Baumaterialienkunde. 1895.

Klasen. Handbuch der Fundirungsmethoden. 1879.

Kersten. Der Eisenbetonbau. 1908.

Koch. Vorlesungen über Bauconstructionslehre. Polytechnikum zu Riga. 1895.

Kraut u. Meyer. Die Bau- und Kunstzimmerei. 1895.

Leu. Mauerarbeiten. 1895.

Leu. Zimmerarbeiten. 1896.

Meyer. Innerer Ausbau. 1895.

Scharowski. Musterbuch für Eisenconstructionen. 1888.

Schmidt. Die Hochbauconstructionen. 1897.

Schmöleke. Die Constructionen des Hochbaues. 1879.

Schwatlo. Handbuch zur Beurtheilung und Anfertigung von Bauanschlägen. 1890.

Tetmajer. Die äusseren und inneren Kräfte an statisch bestimmten Brücken- u. Dachconstructionen. 1875.

Tetmajer. Die Gesetze dor Knickfestigkeit der tech nisch wichtigsten Baustoffe. 1896.

Tiedemann. Das landwirthschaftliche Bauwesen. 189 1

Titjens. Bauformen. 1897.

Uhland. Skizzenbuch. 1894.

Wanderley. Die ländlichen Wirthschaftsgebäude. 1878.

Willmann. Aufgaben aus dem Gebiete der Baucon structionselemente. 1894.

Zeitschrift. Beton und Eisen.

Оглавленіе.

Глава I.

A. Главные строительные матеріалы.

Б. Связывающіе матеріалы.

В. Вспомогательные матеріалы.

Глава II.

Основаніе зданій.

Глава III.

Каменныя работы.

Глава IV.

Плотничныя работы.

Глава V.

Части зданія изъ чугуна и желѣза.

Глава VI.

Кровли.

Глава VII.

Лѣстницы.

Глава VIII.

Двери и окна.

Глава IX.

Нагрѣвательные приборы для домашнихъ цѣлей.

Глава X.

Отхожія мѣста.

Глава XI.

Части зданій изъ желѣзо-бетона.

Приложеніе.

A. Таблицы и разсчетныя данныя.

Глава I.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРІАЛЫ.

Строительные матеріалы раздѣляются на слѣдующія три группы:

A. Главные матеріалы.

B. Связывающіе матеріалы.

C. Вспомогательные матеріалы.

A. Главные строительные матеріалы.

a. Естественные камни и земли.

Естественными камнями называются скопленія минеральныхъ частицъ, обладающихъ значительною силою сцѣпленія; они залегаютъ или большими, сплошными массами, выходящими на поверхность земли или покрытыми слоемъ послѣдней, или находятся на поверхности земли въ видѣ отдѣльныхъ глыбъ и булыгъ. Если послѣднія небольшихъ размѣровъ, то ихъ называютъ булыжниками.

По виду соединенія минеральныхъ частицъ, различаютъ кристаллическія и обломочныя каменныя породы. Въ первомъ случаѣ минеральныя частицы связаны кристаллически, а въ другомъ механически какимъ-либо связывающимъ веществомъ. Каменныя породы состоятъ изъ частицъ только одного минерала, и называются тогда простыми, или изъ частицъ разныхъ минераловъ, и носятъ въ такомъ случаѣ названіе сложныхъ, такъ-что можно различать:

1) **Простыя каменныя породы.**
2) **Сложныя каменныя породы.**
3) **Обломочныя каменныя породы.**

Относительно образованія слоевъ или пластовъ различаются двѣ главныхъ группы:

1) **Массивныя каменныя породы,** которыя не оказываютъ никакого образованія слоевъ.

2) **Слоистыя каменныя породы,** которыя показываютъ болѣе или менѣе ясное образованіе слоевъ.

Дороговизна обтесыванія камней заставляетъ, употреблять ихъ для обыкновенныхъ гражданскихъ, фабричныхъ и сельскохозяйственныхъ строеній въ такомъ видѣ, въ какомъ они выламываются въ каменоломняхъ или находятся на поверхности земли. Только для устройства отдѣльныхъ частей зданія, какъ напр. для цоколей, ступеней лѣстницъ, оконныхъ и дверныхъ наличниковъ, колоннъ, карнизовъ и т. п., тесанные камни находятъ иногда примѣненіе. Слишкомъ большіе камни раскалываются.

Камень, выломанный кусками разной величины и неправильнаго вида и не требующій особенной предварительной притески передъ употребленіемъ въ дѣло, называется бутовымъ камнемъ; а если такой камень выламывается слоями толщиною отъ $4^1/_2$" до 9", то носитъ названіе бутовой плиты.

Пригодность естественныхъ камней для построекъ зависитъ отъ степени ихъ сопротивленія механическому давленію и дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ; степень же сопротивленія зависитъ отъ химическихъ и физическихъ качествъ и свойствъ камня. Достоинство камней изъ старыхъ каменоломенъ болѣе или менѣе уже извѣстно изъ употребленія ихъ,

между тѣмъ какъ камни новой каменоломни должны испытываться.*)

Хорошіе, годные строительные камни должны обладать большою твердостью, надлежащимъ сопротивленіемъ давленію, большимъ удѣльнымъ вѣсомъ и равномѣрно плотнымъ мелкозернистымъ строеніемъ. При обдѣлываніи такіе камни требуютъ значительной работы и даютъ занозистые осколки. Весьма важно опредѣлить степень вывѣтриванія камня вслѣдствіе дѣйствія перемѣнъ въ атмосферѣ. Нѣкоторыя породы камней весьма сильно подвергаются вывѣтриванію. Послѣднее заключается въ томъ, что вода при смачиваніи камня, напримѣръ дождемъ осенью, проникаетъ въ его массу и при замерзаніи увеличивается въ объемѣ, при чемъ это происходитъ съ такою силою, что отъ камня откалываются болѣе или менѣе крупные куски; иногда камень даже совершенно разрушается. Слѣдовательно, чѣмъ меньше воды проникаетъ въ массу камня, тѣмъ менѣе онъ вывѣтривается, или тѣмъ болѣе сопротивляется атмосфернымъ вліяніямъ. Годный строительный камень долженъ впитывать въ себя воды не болѣе $^1/_{20}$ собственнаго его вѣса. Если камень, открытый дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ въ теченіе одного года, не показываетъ на своей поверхности никакихъ окисей, лишайниковъ, мха или какихъ-либо другихъ поврежденій, то онъ можетъ считаться совершенно годнымъ для строительныхъ работъ, такъ-какъ указанные факты съ достаточною надежностью доказываютъ, что камень не вывѣтривается.

Естественные камни бываютъ: известковые, кремнистые и глинистые.

Изъ важнѣйшихъ камней и земель назовемъ слѣдующіе:

1) **Известняки.** Главную составную часть известняковъ представляетъ углекислая известь. Механическими примѣсями являются глиноземъ, кремнеземъ, металлическія окиси, органическія и смолистыя вещества. Известь въ известнякахъ нерѣдко частью замѣняется магнезіею. При поливаніи кислотою, известняки вскипаютъ, а чистыя разновидности ихъ совершенно растворяются. Отъ сильнаго жара выдѣляется углекислота, и известнякъ переходитъ въ жженую известь, называемую также живою или ѣдкою известью или кипѣлкою. При этомъ теряется его способность, сопротивляться дѣйствующимъ на него силамъ. Жженная известь съ жадностью поглощаетъ влагу окружающаго воздуха, при чемъ она постепенно распадается. Вслѣдствіе этихъ свойствъ известняки не могутъ быть употребляемы для такихъ частей зданія, которыя соприкасаются съ кислотами, солями и сильнымъ жаромъ, напр. для канавъ, отводящихъ гніющія жидкости, и для устройства печей.

По ихъ строенію различаютъ двѣ группы известняковъ: кристаллическіе и плотные известняки.

a. *Кристаллическій известнякъ.* Мраморъ, т.-е. известковый шпатъ, кристаллически-зернистаго строенія. Въ чистомъ видѣ мраморъ имѣетъ бѣлый цвѣтъ; посторонними примѣсями онъ окрашивается различно. По своей рѣдкости и дороговизнѣ и вслѣдствіе свойства, легко вывѣтриваться въ суровомъ климатѣ, мраморъ оказывается у насъ мало удобнымъ для употребленія въ строительномъ дѣлѣ.

b. *Плотный или обыкновенный известнякъ.* Вообще плотные известняки хорошо сопротивляются дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ и, въ силу этого, въ видѣ бутового и булыжнаго камня, очень часто употребляются для устройства фундаментныхъ, а также и остальныхъ стѣнъ маловажныхъ зданій. Плотные известняки не принадлежатъ къ аморфнымъ тѣламъ, но представляютъ скопленіе недѣлимыхъ известковаго шпата микроскопическихъ размѣровъ.

Изломъ плотныхъ известняковъ бываетъ плоско-раковистый до занозистаго, а окрашены они бываютъ обыкновенно равномѣрно въ желтоватый, буроватый, сѣрый, синеватый и зеленоватый цвѣтъ.

По постороннимъ примѣсямъ известняки раздѣляются на глинистые, кремнистые и доломитовые, изъ которыхъ пригоднѣе всего на постройки оказываются кремнистые и глинистые, носящіе въ геогнозіи различныя названія. Плотный известнякъ встрѣчается во многихъ мѣстахъ Россіи.

c. *Известковый туфъ.* Известковый туфъ состоитъ изъ смѣси углекислой извести и глины, представляющей пористую, сква-

---

*) См. Ефимовичъ: „Справочная книга для инженеровъ и техниковъ путей сообщенія“ на 1900 годъ. Часть I, стр. 564. Производство испытанія камней. (По инструкціи Средне-Сибирской желѣзной дороги.)

жистую, чешуйчатую массу разнаго цвѣта. Онъ хорошо сопротивляется дѣйствію атмосферы, почему и употребляется для всѣхъ частей зданія и, кромѣ того, обжигается для полученія жженной извести.

d. *Мергель или рухлякъ.* Мергель или рухлякъ представляетъ смѣсь изъ углекислой извести, глины и большаго или меньшаго количества песку. Смотря по тому, преобладаетъ ли въ смѣси известь или глиноземъ, мергель называется известковымъ или глинистымъ. Въ отвердѣломъ состояніи онъ образуетъ каменныя породы; но въ видѣ камня рѣдко употребляется на постройки, потому что онъ легко вывѣтривается. Напротивъ того, при обжиганіи онъ даетъ хорошую гидравлическую известь.

e. *Мѣлъ.* Мѣлъ представляетъ землистый известнякъ. Въ чистомъ видѣ мѣлъ мягокъ, снѣжно-бѣлаго цвѣта, съ матовымъ, землистымъ изломомъ; посторонними примѣсями онъ окрашенъ различнымъ образомъ. Мѣлъ большею частью употребляется для обжиганія извести. Онъ находится во многихъ мѣстахъ Россіи и залегаетъ огромными массами; иногда онъ встрѣчается также на поверхности земли въ видѣ большихъ глыбъ.

f. *Доломитъ.* Если въ известнякахъ часть извести замѣщена магнезіею, то они называются доломитами. Примѣсями къ нимъ являются закись желѣза, кремнеземъ и смолы. По внѣшнему виду доломитъ походитъ на известнякъ, но обыкновенно бываетъ тверже послѣдняго. Политый соляною кислотою, доломитъ трудно вскипаетъ и медленно растворяется въ ней. Нѣкоторыя разновидности представляютъ отличный строительный матеріалъ, хорошо сопротивляющійся вывѣтриванію, какъ въ водѣ, такъ и на воздухѣ. Доломитъ даетъ при обжиганіи нерѣдко хорошую гидравлическую известь.

g. *Гипсъ.* Гипсъ образуется соединеніемъ кальція и сѣрной кислоты съ содержаніемъ кристаллизаціонной воды. Онъ бываетъ весьма различнаго строенія, по которому и различаютъ много разновидностей. По его незначительной твердости, гипсъ оказывается не годнымъ какъ строительный камень; напротивъ того, онъ употребляется, въ обожженномъ состояніи и въ видѣ порошка, какъ примѣсь къ известковому раствору, для оштукатуриванія потолковъ и вытягиванія карнизовъ. Вслѣдствіе обжиганія гипсъ теряетъ часть кристаллизаціонной воды и превращается въ порошокъ. Смачивая послѣдній водою, получаютъ тѣстообразную, быстро отвердѣвающую массу. При обжиганіи гипса приходится обращать вниманіе на то, чтобы температура нагрѣванія не превышала 150° по Цельзію, такъ-какъ иначе уничтожается связывающая сила гипса.

2) **Гранитъ.** Гранитъ состоитъ изъ кварца, полевого шпата и слюды; строеніе его бываетъ кристаллически-зернистое. Слюда является разсѣянною въ гранитѣ въ видѣ листочковъ. Граниты, распространенные большими массами или отдѣльными глыбами, преимущественно бываютъ сѣраго или красноватаго цвѣта. Сѣрый гранитъ тверже, плотнѣе и крѣпче краснаго. Гранитъ вообще хорошо сопротивляется дѣйствію атмосферы, но, по трудности обработки его, идетъ въ дѣло преимущественно въ естественномъ видѣ. Въ обтесанномъ видѣ онъ употребляется для цоколей, ступеней лѣстницъ и т. п. Для сельскохозяйственныхъ строеній гранитъ употребляется, какъ строительный камень, исключительно въ видѣ булыжниковъ; въ такомъ же видѣ онъ употребляется и для устройства мостовыхъ, между тѣмъ какъ на шоссейныя работы онъ идетъ въ видѣ щебня. Гранитъ находится въ Финляндіи, Сибири, на Уралѣ, Кавказѣ и во многихъ мѣстахъ Европейской Россіи.

3) **Гнейсъ.** Гнейсъ похожъ на гранитъ и состоитъ также изъ кварца, полевого шпата и слюды; но послѣдняя является только слоями, почему и строеніе гнейса бываетъ сланцеватое. Благодаря его хрупкости, гнейсъ вывѣтривается легче гранита и, какъ строительный камень, оказывается менѣе годнымъ.

Онъ тоже находится во многихъ мѣстахъ Россіи.

4) **Сіенитъ.** Сіенитъ представляетъ смѣсь изъ ортокласа и роговой обманки; строеніе его бываетъ совершенно зернистое. Онъ обыкновенно черновато-зеленоватаго цвѣта и часто показываетъ

вкрапленныя пятна. Сіенитъ, какъ строительный матеріалъ, имѣетъ еще высшее значеніе, чѣмъ гранитъ. Особенно его мелкозернистыя разновидности отличаются неразрушимою твердостью и крѣпостью, почему таковыя и употребляются преимущественно на постройки.

5) **Порфиръ.** Порфиръ состоитъ изъ полевого шпата и кварца и представляетъ собою мелькозернистую массу красновато-сѣраго, сѣраго, зеленоватаго и синеватаго цвѣта съ вкрапленными свѣтлыми или темными отдѣльными зернами. Онъ употребляется для частей зданій, требующихъ изящной отдѣлки, и въ видѣ щебня для шоссейныхъ работъ.

6) **Базальтъ.** Сѣровато-черный или сѣрый базальтъ состоитъ изъ авгита съ небольшою примѣсью полевого шпата. Онъ является въ видѣ мелкозернистой и однообразной плотной массы. Нѣкоторыя разновидности базальта хорошо сопротивляются дѣйствію атмосферы, другія же очень легко вывѣтриваются. Онъ употребляется для мостовыхъ и шоссейныхъ работъ и водяныхъ сооруженій; для возведенія стѣнъ базальтъ менѣе годенъ, а для печныхъ работъ совершенно не годится.

Изъ обломочныхъ каменныхъ породъ на постройки употребляются слѣдующія.

7) **Песчаники.** Песчаники состоятъ изъ отдѣльныхъ округленныхъ или угловатыхъ зеренъ кварца, величиною отъ булавочной головки до горошины, соединенныхъ между собою связывающимъ минеральнымъ веществомъ. Смотря по роду послѣдняго, различаютъ кремнистый, глинистый, известковый и мергельный песчаникъ. Свойства связывающаго вещества обусловливаютъ качества песчаника. Напримѣръ: кремнистый песчаникъ идетъ на возведеніе стѣнъ, а глинистый употребляется преимущественно для устройства печей, но послѣдній, за неимѣніемъ лучшаго матеріала, также употребляется для возведенія стѣнъ. Для увеличенія прочности, песчаникъ, по совершенной просушкѣ его, окрашивается сѣрою масляною краскою, жирными маслами или растворимымъ стекломъ. Только-что выломанный изъ ка́меноломни песчаникъ бываетъ очень мягокъ и очень легко можетъ обдѣлываться пилою, но, будучи болѣе или менѣе продолжительное время подверженъ дѣйствію атмосферы, твердѣетъ. При употребленіи его для кладки стѣнъ необходимо обратить вниманіе на то, чтобы положеніе песчаника въ стѣнѣ было то же самое, какъ и въ каменоломнѣ, т.-е., чтобы направленіе давленія относительно строенія камня оставалось неизмѣннымъ.

8) **Эрратическіе камни** или **дикари** представляютъ обломки разныхъ горныхъ породъ, перенесенные изъ первоначальнаго мѣста нахожденія въ другія страны потоками воды или другимъ путемъ. Поэтому такіе камни находятся чаще всего по берегамъ рѣкъ, а въ сѣверо-западной части Россіи въ значительномъ количествѣ также на поляхъ и въ лѣсахъ. Они обыкновенно бываютъ слегка закруглены. Дикари бываютъ весьма различныхъ размѣровъ: отъ большихъ глыбъ, объемомъ въ нѣсколько кубическихъ саженъ, до среднихъ булыжниковъ и мелкихъ голышей. Первыя раскалываются клиньями или взрывомъ, а булыжники употребляются на постройку въ томъ видѣ, въ какомъ находятся въ природѣ.

9) **Гальки или голыши.** Такъ называется болѣе крупный гравій, составляющій переходъ къ мелкому булыжнику.

10) **Гравій или хрящъ** представляетъ скопленіе мелкихъ округленныхъ или угловатыхъ обломковъ разныхъ горныхъ породъ въ видѣ камешковъ, величиною отъ обыкновеннаго орѣха до крупнаго зерна. Хрящъ, величиною отъ $1/2''$ до $1^1/_2''$, называется мелкимъ, отъ $1^1/_2''$ до $2^1/_2''$ — среднимъ и отъ $2^1/_2''$ до $4''$ — крупнымъ. Камни бо́льшихъ размѣровъ называютъ булыжниками.

11) **Песокъ.** Песокъ состоитъ преимущественно изъ отдѣльныхъ зеренъ кварца, полевого и известковаго шпата и чешуекъ слюды. Зерна имѣютъ различный видъ, какъ-то: закругленный, угловатый и даже пылеобразный. Песокъ залегаетъ въ оврагахъ или находится по берегамъ рѣкъ и морей. Онъ представляетъ главную составную часть известковаго раствора и употребляется для этого въ значительномъ количествѣ. По крупности зерна различаютъ мелкій, средній и крупный песокъ, съ поперечникомъ зерна, не больше $1/10'''$, $1/2'''$ и $2'''$. При поперечникѣ зерна отъ $2'''$ до $4'''$ песокъ называется хрящеватымъ.

12) **Глинистый сланецъ.** Глинистый сланецъ представляетъ важнѣйшую для строительнаго дѣла разновидность глинистыхъ каменныхъ породъ и состоитъ изъ слоистой массы, въ составъ которой входятъ, какъ главныя составныя части, глиноземъ и кремнеземъ и, какъ случайныя примѣси, известь,

полевой шпатъ, углеродъ, талькъ, окись желѣза, сѣрный колчеданъ и иногда также смолы. Безъ содержанія кварца, талька и углерода и безъ примѣсей сѣрнаго колчедана и окиси желѣза глинистый сланецъ представляетъ хорошій кровельный матеріалъ. Кровельный сланецъ бываетъ чернаго и сѣраго цвѣта и колется на очень тонкія пластинки, не пропускающія воды. Аспидныя плиты для кровли имѣютъ различные размѣры и бываютъ правильнаго и неправильнаго вида, смотря по мѣсту нахожденія. Сланецъ, который колется на плиты толщиною отъ $1^1/_2''$ до $2''$, употребляется иногда для обшивки стѣнъ въ роскошно устроенныхъ конюшняхъ.

13) **Глина.** По своему обширному употребленію для разнообразныхъ цѣлей глина играетъ въ строительномъ дѣлѣ весьма значительную роль. По своему составу, глина представляетъ водный силикатъ глинозема съ случайными примѣсями извести, магнезіи, закиси желѣза и другихъ веществъ. Она происходитъ отъ вывѣтриванія каменныхъ породъ, содержащихъ въ себѣ полевой шпатъ, и бываетъ окрашена въ разные цвѣта, чаще всего въ синеватый и красноватый цвѣтъ. Различаютъ чистую, трубочную, огнеупорную, гончарную и кирпичную глину. Важнѣйшія разновидности для строительнаго дѣла представляютъ кирпичная, огнеупорная и гончарная глина. Желтая и красноватая глина бываетъ болѣе и менѣе нечиста; она содержитъ, какъ примѣси, песокъ, слюду, соединенія желѣза и называется суглинкомъ. Суглинокъ же съ примѣсью углекислой извести образуетъ лесъ. Если количество песку преобладаетъ надъ количествомъ глины, то получается супесокъ. Вообще глину раздѣляютъ на жирную и тощую. Глина называется тощею, если въ ея составъ входитъ песокъ, а жирною, если въ составѣ ея послѣдняго не имѣется, или если онъ встрѣчается въ глинѣ только въ незначительномъ количествѣ. Тѣсто изъ глины, смѣшанной съ водою, представляетъ собою болѣе или менѣе пластичную, липкую и тягучую массу, легко принимающую видъ, какой ей придаютъ, и сохраняющую послѣдній и при высыханіи. Высушенная глина въ водѣ распускается въ тѣсто; если же подвергнуть ее въ такомъ состояніи дѣйствію калильнаго жара, она достигаетъ твердости камня и теряетъ при этомъ способность вновь превращаться въ тѣсто. Жирная глина не теряетъ своей пластичности даже отъ примѣси къ ней непластичныхъ веществъ, какъ, напримѣръ песка; тощая же въ такомъ случаѣ лишается части своей пластичности, а очень тощая и безъ примѣси пластичности не имѣетъ. При высыханіи глина, вслѣдствіе потери воды, значительно уменьшается въ объемѣ, а именно: жирная отъ $^1|_{12}$ до $^1/_8$ по линейному измѣренію, тощая же менѣе. Жирная глина при скоромъ высыханіи легко трескается, чего можно избѣгнуть, прибавивъ къ ней песку. Тощую глину можно превратить въ жирную способомъ отмучиванія. При этомъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ: распускаютъ глину въ какомъ-либо ящикѣ или чанѣ до состоянія мутной воды, непрерывно взбалтывая ее; потомъ даютъ этой мути отстояться, отчего камешки и крупнозернистый песокъ осаждаются. Затѣмъ спускаютъ мутную воду въ ящикъ, устроенный въ землѣ, и даютъ ей теперь совершенно отстояться. По прошествіи нѣкотораго времени сливаютъ воду и получаютъ, въ видѣ осадка, болѣе или менѣе жирную глину. Повтореніемъ процесса глина все болѣе и болѣе улучшается.

Кирпичною глиною называется тощая глина, смѣшанная съ пескомъ; она употребляется преимущественно для приготовленія кирпичей. Нѣкоторыя разновидности глины получаютъ обжиганіемъ важное качество огнеупорности и, въ силу послѣдней, употребляются для устройства печей.

b. Искусственные камни.

По дороговизнѣ выламыванія, доставки и обработки естественныхъ камней, употребляютъ ихъ очень рѣдко, въ видѣ тесаннаго и бутоваго камня, для возведенія обыкновенныхъ гражданскихъ и подобныхъ строеній, и, вообще, употребленіе ихъ въ дѣло зависитъ отъ мѣстныхъ условій. Для возведенія упомянутыхъ строеній предпочитаютъ искусственные камни, кирпичи, приготовленные изъ глины, известково-песчаной массы, бетона, цемента, шлака, пробковаго дерева, ксилолита и другихъ веществъ. Значительныя преимущества такихъ камней заключаются въ относительной дешевизнѣ ихъ изготовленія, въ правильной формѣ, которая при обыкновенныхъ кирпичахъ представляетъ параллелопипедъ и, относительно взаимнаго положенія кирпичей, при производствѣ кладки допускаетъ соблюденіе опредѣленныхъ правилъ, такъназываемой перевязки, благодаря чему кладка дѣ-

лается прочнѣе. Особое преимущество кирпичей состоитъ въ ихъ легкости и сручности.

Сверхъ того, у кирпичей изъ выше названныхъ веществъ весьма важное свойство, дурно проводить теплоту.

Изготовленіе кирпичей производится обыкновенно на особо устроенныхъ заводахъ, но для собственныхъ потребностей часто пользуются также временнымъ производствомъ.

a. *Кирпичи изъ глины.* Различаютъ обожженные кирпичи изъ глины и необожженные, т.-е. высушенные только на воздухѣ.

x. Обожженные кирпичи.

1) **Обыкновенный обожженный кирпичъ.** Кирпичная глина, принадлежащая къ одной изъ наиболѣе распространенныхъ составныхъ частей земли, употребляется для изготовленія кирпичей въ томъ видѣ, въ какомъ выкапывается изъ земли, но составъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и качества ея, — должны обыкновенно измѣняться еще примѣсью песку или подобныхъ веществъ.

Глина, пригодная для изготовленія кирпичей, должна быть пластична, т.-е., будучи разбавлена водою, она должна образовать тѣстообразную массу, которая легко принимаетъ желаемую форму, а при этомъ не трескается. Для этой цѣли глина не должна быть ни слишкомъ тоща, ни слишкомъ жирна. Далѣе глина не должна содержать въ себѣ никакихъ растительныхъ веществъ, частицъ сѣрнаго колчедана и окиси желѣза, комьевъ углекислой извести и камешковъ. Незначительная примѣсь окиси желѣза даетъ кирпичамъ при обжиганіи красноватый цвѣтъ. Глина, содержащая въ себѣ въ мелко-зернистомъ видѣ не болѣе 5 процентовъ углекислой извести, оказывается для приготовленія кирпичей еще пригодною; при большемъ же содержаніи извести, глина становится легкоплавкою, и кирпичъ, изготовленный изъ нея, расплавляется на поверхности, такъ-что нельзя обжигать его въ надлежащей степени. Вслѣдствіе этого онъ обладаетъ только незначительною крѣпостью, но, не смотря на это, остается еще пригоднымъ для различныхъ цѣлей, напримѣръ: для тротуаровъ, половъ въ сырыхъ подвалахъ, въ хлѣвахъ и т. п.

Углекислая известь, въ видѣ комьевъ, превращается при обжиганіи кирпичей въ жженную известь, которая, всасывая въ себя влагу, гасится. При гашеніи она увеличивается въ объемѣ, вслѣдствіе чего кирпичъ часто совершенно разрушается. Растительныя примѣси при обжиганіи кирпичей сгараютъ, и послѣдніе получаются пористыми. Кирпичи изъ слишкомъ жирной глины при обжиганіи коробятся и показываютъ трещины, а слишкомъ тощая глина даетъ слабый и рыхлый кирпичъ. Поэтому средняя глина съ небольшимъ содержаніемъ песку и, по возможности, безъ постороннихъ примѣсей представляетъ наилучшій матеріалъ для изготовленія кирпичей. Камешки, находящіеся въ глинѣ при обжиганіи кирпича, хотя и не измѣняются въ объемѣ, но за то въ объемѣ уменьшается сама глина, а, вслѣдствіе этого, кирпичъ показываетъ трещины и даже раскалывается. Обыкновенно пригодность глины для приготовленія кирпичей опредѣляется опытомъ по нѣсколькимъ пробнымъ кирпичамъ.

Пригодную для изготовленія кирпичей глину смачиваютъ водою и затѣмъ мнутъ ее ногами или особыми глиномятными машинами. Формовка кирпича производится или ручнымъ способомъ или особымъ кирпичнымъ прессомъ. Кирпичъ, выходящій изъ послѣдняго, бываетъ обыкновенно глаже и по виду равномѣрнѣе, но хрупче ручного и легче разрушается при обдѣлкѣ молоткомъ. Обжиганіе кирпичей производится или во временныхъ или въ постоянныхъ, особо устроенныхъ печахъ. Изъ временныхъ печей выходитъ, вслѣдствіе неравномѣрнаго обжиганія, по разгрузкѣ большее количество негоднаго кирпича или брака, чѣмъ изъ постоянныхъ, при чемъ получается даже и мусоръ.

Смотря по степени обжиганія, различаютъ три сорта кирпича.

1. *Сильно-обожженный кирпичъ,* такъ-называемый ж е л ѣ з н я к ъ, показываетъ на расплавленной поверхности стекловидный блескъ и бываетъ темнаго цвѣта; онъ имѣетъ большую крѣпость и отъ мороза не разрушается, потому что не впитываетъ въ себя воды, но при обдѣлкѣ молоткомъ по своей хрупкости легко ломается и плохо сцѣпляется съ растворомъ. Желѣзнякъ употребляется для выстилки половъ, для устройства фундаментовъ, отводныхъ желобовъ, ямъ и, вообще, для всѣхъ частей зданія, соприкасающихся съ водою или другими жидкостями.

2. *Средне-обожженный кирпичъ,* такъ-называемый красный, получается изъ средней части печи; онъ лучше другихъ и употребляется для устройства всевозможныхъ частей зданія въ сухихъ мѣстахъ. Этотъ кирпичъ имѣетъ равномѣрный цвѣтъ, матовую поверхность, рукъ не мараетъ, отъ сырости и мороза не разрушается и отлично связывается съ растворомъ.
3. *Слабо-обожженный кирпичъ,* такъ-называемый алый, выходитъ изъ верхнихъ слоевъ печи; онъ имѣетъ матовую поверхность и мараетъ руки. Онъ употребляется только тамъ, гдѣ не подвергается дѣйствію атмосферы и большому давленію, которымъ сопротивляется плохо; поэтому онъ идетъ на кладку внутреннихъ стѣнъ, дымовыхъ трубъ и т. п.

Такъ какъ въ постоянныхъ печахъ возможно, достигать равномѣрнаго обжиганія кирпичей, то изъ нихъ выходитъ большое количество средне-обожженныхъ. Смотря по примѣсямъ къ глинѣ, цвѣтъ обожженнаго кирпича мѣняется отъ свѣтло-желтаго до темно-краснаго, но качества кирпичей отъ цвѣта не зависятъ.

Кирпичамъ придаютъ весьма различные размѣры.*) Для хорошей и правильной перевязки кирпичной кладки необходимо, чтобы длина кирпича равнялась двойной ширинѣ его, сложенной съ толщиною шва. По Урочному Положенію обыкновенный кирпичъ принятъ длиною въ 6 вершковъ, шириною въ 3 вершка и толщиною въ $1^1/_2$ вершка. Кромѣ того, встрѣчаются часто слѣдующіе размѣры кирпича: $10^3/_8'' \times 5'' \times 3''$, $10'' \times 4^3/_4'' \times 2^7/_8''$, $10'' \times 4^5/_6'' \times 2^1/_2''$ и $11^1/_2'' \times 5^1/_2'' \times 2^7/_8''$; соотвѣтствующій этимъ размѣрамъ вертикальный швовъ составляетъ $^3/_8''$, $^1/_2''$, $^1/_3''$ и $^1/_2''$ (Таб. 1, черт. 1a).

Для образованія правильной перевязки нуждаются еще въ дробныхъ частяхъ кирпича. Такія бываютъ слѣдующія:

a. *Трехчетвертной кирпичъ.* Длина его составляетъ $^3/_4$ длины цѣлаго кирпича (Таб. 1, черт. 1b).

b. *Половинчатый кирпичъ* получаютъ, обдѣлывая кирпичъ такъ, что двойная длина дробной части, сложенная съ толщиною вертикальнаго шва, составляетъ длину цѣлаго кирпича (Таб. 1, черт. 1c), или раздѣляя цѣлый кирпичъ по длинѣ такъ, что двойная ширина дробной части, сложенная съ толщиною вертикальнаго шва, составляетъ ширину цѣлаго кирпича (Таб. 1, черт. 1c). Кирпичи послѣдняго вида называются также **продольными половинками.**

c. *Четвертной кирпичъ* или *четверка* получается раздѣленіемъ цѣлаго кирпича такимъ образомъ, что четвертная ширина дробной части, сложенная съ тройною толщиною вертикальнаго шва, составляетъ длину цѣлаго кирпича (Таб. 1, черт. 1d).

Эти дробныя части получаются обыкновенно на мѣстѣ постройки во время производства кладки обтесываніемъ цѣлыхъ кирпичей посредствомъ обтеснаго кирпичнаго молотка; но иногда оказывается выгоднѣе заказать ихъ на заводѣ.

Кромѣ обыкновеннаго кирпича употребляются еще другіе сорта, какъ-то:

2) **Клинкеръ.** Такъ называется сильно-обожженный кирпичъ, поверхность котораго, вслѣдствіе расплавленія наружныхъ слоевъ, покрыта глазурью. Для воды онъ непроницаемъ и употребляется поэтому для такихъ же цѣлей, какъ и желѣзнякъ. Размѣры клинкера мало отклоняются отъ размѣровъ обыкновеннаго кирпича. Расплавленіе наружныхъ слоевъ достигается примѣсью къ глинѣ кварцеваго песку и извести или толченаго обожженнаго кирпича.

3) **Пористый кирпичъ.** Пористый кирпичъ изготовляютъ съ цѣлью, уменьшить собственный вѣсъ его. При производствѣ такого кирпича примѣшиваютъ къ глинѣ бурый уголь, древесные опилки, паклю или другія растительныя вещества въ количествѣ до 50%. Эти вещества при обжиганіи кирпичей сгараютъ и оставляютъ мелкія пустоты — поры. Пористый кирпичъ слабо сопротивляется значительному давленію, но отличается сравнительною легкостью и плохою теплопроводностью, почему и употребляется преимущественно для заполненія клѣтокъ фахверковыхъ стѣнъ, для кладки перегородокъ, ненагруженныхъ сводовъ и т. п.

4) **Пустотѣлый или полый кирпичъ.** Пустотѣлый или полый кирпичъ выдѣлывается со сквозными отверстіями по продольному и поперечному направленіямъ; верхняя и нижняя поверхности его

*) См. вычисленіе потребныхъ матеріаловъ для главнѣйшихъ каменныхъ работъ.

обыкновенно остаются безъ отверстій (Таб. 1, черт. 2a, b, c, d, e). Пустотѣлый кирпичъ имѣетъ тѣ же самыя качества, какъ и пористый кирпичъ, и употребляется для такихъ же цѣлей, какъ и послѣдній.

5) **Огнеупорный кирпичъ.** Огнеупорный кирпичъ употребляется для внутренней кладки печей, которая должна выдерживать высокія температуры. Онъ изготовляется изъ огнеупорной глины съ примѣсью кварцеваго песку или толченаго кварца. Особенно хорошій сортъ огнеупорнаго кирпича называется шамотовымъ кирпичомъ. Онъ изготовляется изъ одной части огнеупорной глины и изъ двухъ частей просѣяннаго шамотового порошка, т.-е. толченаго фарфороваго муфеля, сосуда для помѣщенія въ печь обжигаемыхъ фарфоровыхъ издѣлій. Шамотовые кирпичи выдѣлываютъ разныхъ видовъ и размѣровъ. Кладка изъ огнеупорныхъ кирпичей производится на растворѣ изъ той же самой массы, изъ которой изготовляются кирпичи, въ мягкомъ, необожженномъ состояніи.

6) **Черепица.** Такъ называется кирпичъ особенной формы, служащій для покрытія крышъ. Черепицы выдѣлываются разнообразныхъ сортовъ. Болѣе употребительны изъ нихъ слѣдующія.

a. *Плоская черепица* (Таб. 1, черт. 3 A). Плоская черепица называется также прямою или бургундскою и представляетъ собою тонкую прямоугольную доску съ закругленнымъ или заостреннымъ нижнимъ концомъ. На нижней поверхности ея, у самаго верхняго края, придѣлывается шипъ, носъ или ключъ, служащій для навѣшиванія черепицы на обрѣшеткѣ крыши. Размѣры плоской черепицы бываютъ весьма различны; встрѣчаются такіе длиною въ $9^1/_2$", 12", 14" и соотвѣтственно шириною въ 8", 10", 6"; толщина составляетъ $^1/_4$", $^5/_8$" и болѣе.

b. *Желобчатая черепица* (Таб. 1, черт. 3 B). Желобчатая черепица называется также голландскою или фламандскою; она обладаетъ волнистымъ поперечнымъ сѣченіемъ и выдѣлывается также разныхъ размѣровъ; чаще всего встрѣчается черепица длиною въ $14^1/_2$" и шириною въ 9". На покрытіе конька употребляется конусообразная черепица, называемая коньковою или охлупною черепицею (Таб. 1, черт. 4), длиною отъ 14" до 15", 6" и 8" въ поперечникѣ въ концахъ и толщиною въ $^5/_8$".

Въ настоящее время, кромѣ только-что названныхъ сортовъ черепицъ, изготовляется часто еще такъ-называемая шпунтовая или фальцевая черепица.

c. *Шпунтовая* или *фальцевая черепица**) (Таб. 1, черт. 5). Шпунтовая или фальцевая черепица изготовляется весьма разнообразныхъ видовъ и разныхъ размѣровъ, но у всѣхъ сортовъ на одномъ продольномъ краю находится шпунтъ, а на другомъ соотвѣтственное перо. Перо одной черепицы входитъ въ шпунтъ смежной, прежде настланной на обрѣшетку. Нижній край черепицы загибается внизъ, а верхній вверхъ, чтобы нижніе края одного ряда могли плотно покрывать верхніе края нижележащаго ряда.

Для выдѣлыванія черепицъ всѣхъ видовъ слѣдуетъ употреблять наилучшій матеріалъ, такъ-какъ онѣ въ высшей степени подвергаются дѣйствію перемѣнъ атмосферы.

7) **Круговой или радіальный кирпичъ.** Круговой или радіальный кирпичъ употребляется для кладки дымовыхъ трубъ, колоннъ, колодцевъ и т. п. Для этой цѣли круговой кирпичъ ограниченъ съ двухъ противоположныхъ сторонъ концентрическими дугами круга и, какъ часть радіально раздѣленнаго кругового кольца, имѣетъ клинообразный видъ. Ширина такого кирпича дѣлается различною. Круговые кирпичи для устройства дымовыхъ трубъ часто изготовляются пустотѣлыми.**)

8) **Печной кирпичъ.** Онъ употребляется для устройства печей и выдѣлывается разныхъ размѣровъ. Встрѣчаются слѣдующіе сорта:

a. *Собственно печной кирпичъ* — длиною въ 5 вершковъ ($8^3/_4$"), шириною въ $2^1/_2$ вершка ($4^3/_8$") и толщиною въ 1 вершокъ ($1^3/_4$").

b. *Полистовый кирпичъ*—длиною въ 5 вершковъ ($8^3/_4$"), шириною въ $2^1/_2$ вершка ($4^3/_8$") и толщиною въ $^3/_4$ вершка ($1^5/_{16}$").

c. *Кабанчикъ* — длиною въ 5 вершковъ ($8^3/_4$"), шириною въ $2^1/_2$ вершка ($4^3/_8$") и толщиною въ $1^1/_2$ вершка ($2^5/_8$").

---

*) См. Черепичныя кровли.

**) См. Свободно стоящія дымовыя трубы.

9) **Клинчатый кирпичъ.** Онъ имѣетъ клинообразный видъ и идетъ на кладку сводовъ.

10) **Карнизный или лекальный кирпичъ** (Таб. 1, черт. 6 a, b, c). Карнизному или лекальному кирпичу, смотря по требованіямъ, которымъ онъ долженъ удовлетворять, придаютъ различныя профили и, для уменьшенія вѣса, дѣлаютъ его часто пустотѣлымъ.

11) **Половыя плиты.** Половыя плиты обыкновенно выдѣлываются квадратной формы и различныхъ размѣровъ; онѣ служатъ для выстилки половъ.

Признаки годности кирпича. Признаки годности хорошаго обожженнаго кирпича бываютъ слѣдующіе: онъ долженъ быть ограниченъ ровными гранями и прямыми, острыми кромками, и долженъ имѣть видъ прямоугольнаго параллелопипеда и одинаковый цвѣтъ; подъ ударомъ молотка онъ долженъ издавать звукъ чистый, звонкій и высокій; онъ не долженъ имѣть трещинъ и, брошенный на кучу другихъ кирпичей, долженъ оставаться цѣлымъ. Изломъ хорошаго кирпича долженъ быть раковистый съ острыми ребрами и однообразно мелко-зернистаго строенія безъ пыли.

Кирпичъ, погруженный въ воду на 24 часа, не долженъ впитывать въ себя ея болѣе $^1/_{15}$ собственнаго вѣса. По степени испаренія воды изъ кирпича на его поверхности также можно судить объ его годности. Хорошій кирпичъ легко обтесывается молоткомъ, дурной же подъ ударами послѣдняго растрескивается.

Хорошая и годная черепица также должна удовлетворять всѣмъ только-что названнымъ условіямъ, даже еще въ высшей степени, чѣмъ обыкновенный кирпичъ. Степень вывѣтриванія кирпича узнаютъ опытомъ, подвергая его зимою попеременно то влажности, то морозу. Если при этихъ опытахъ кирпичъ не измѣняется, то можно заключить, что онъ вообще не вывѣтривается или только незамѣтно.

Въ связи съ обожженными кирпичами приведемъ здѣсь еще, какъ издѣлія изъ обожженной глины, изразцы и гончарныя трубы разнаго рода. Изразцы представляютъ собою глиняныя плиты, которыя покрыты съ одной стороны бѣлою или цвѣтною стекловидною глазурью, а съ другой имѣютъ коробку, такъ называемую рюмку. Размѣры обыкновенныхъ изразцовъ бываютъ $10'' \times 7''$, а полуторныхъ $15'' \times 12^1/_2''$.

Гончарныя трубы изготовляются разныхъ размѣровъ и формъ. Отводныя трубы, за исключеніемъ дренажныхъ, всегда покрываются глазурью.

γ. Необожженные кирпичи.

Необожженный кирпичъ изъ глины, называемый сырцомъ, калыпомъ, воздушнымъ или сушеннымъ кирпичемъ (или просто сушнякомъ) бываетъ трехъ видовъ:

a. *Обыкновенный сырецъ,* изготовляемый изъ глины съ пескомъ.

b. *Саманный кирпичъ,* выдѣлываемый изъ глины съ примѣсью соломы или мякины.

c. *Лемпачъ.* Такъ называется сырецъ, приготовляемый изъ смѣси глины, соломы и навоза.

Всѣ эти кирпичи высушиваются на открытомъ воздухѣ до такой степени, чтобы содержаніе воды въ нихъ было не больше содержанія воды въ воздухѣ.

a. *Обыкновенный сырецъ* имѣетъ тотъ недостатокъ, что онъ плохо сопротивляется дѣйствію сырости. Дождевою водою, стекающею съ крыши или даже съ другихъ небольшихъ выступовъ, размывается поверхность стѣнъ изъ обыкновенныхъ сырцовъ, почему лучше употребляютъ ихъ только для устройства внутреннихъ стѣнъ, печей и дымовыхъ трубъ. Размѣры бываютъ различны, иногда тѣ же самые, какъ у обожженнаго кирпича, но обыкновенно больше. Часто встрѣчается кирпичъ длиною въ 9 вершковъ, шириною въ $4^1/_2$ вершка и толщиною въ 3 вершка.

b. *Саманный кирпичъ* изготовляется, лучше всего, изъ жирной глины и чернозема. Приготовленіе массы производятъ осенью, складывая свѣже-выкопанную глину въ кучи средней высоты вблизи мѣста постройки. На верху кучъ дѣлаютъ углубленія, въ которыя отъ времени до времени наливаютъ воды. Кучи остаются на открытомъ воздухѣ въ продолженіе всей зимы, чтобы всѣ органическія вещества, находящіяся въ глинѣ, сгнили, а землистые и глинистые комья, которые могли бы содержаться въ массѣ, вслѣдствіе дѣйствія воды и морозовъ распались. По наступленіи весны къ массѣ

прибавляютъ воды, мнутъ ее ногами, постепенно примѣшивая при этомъ, по немногу рѣзанную солому, длиною отъ 3″ до 5″, прутики, хворостъ и т. п., приблизительно до $^1/_5$ всего объема массы. Количество примѣсей зависитъ отъ качества глины и опредѣляется опытомъ. Кирпичи формуютъ въ формахъ безъ дна и крышки. Размѣры ихъ бываютъ весьма различны, часто довольно велики, напримѣръ, длиною въ 9 вершковъ, шириною въ $4^1/_2$ вершка и толщиною въ 3 вершка. Главный признакъ годнаго саманнаго кирпича заключается въ томъ, что онъ не трескается, лежа продолжительное время на открытомъ воздухѣ. При благопріятной погодѣ кирпичъ отвердѣваетъ въ теченіи трехъ дней, а уже въ пятый день онъ можетъ идти на кладку. Прочность стѣнъ изъ саманнаго кирпича довольно значительна.

c. *Лемпачъ*. Масса, изъ которой изготовляется лемпачъ, состоитъ изъ глины, соломы или осоки и изъ конскаго или коровьяго навоза. Къ очень жирной глинѣ прибавляютъ песку.

Составныя части смѣси по объему бываютъ слѣдующія:

глины	14	частей,
конскаго навоза . . .	15	„
соломы или осоки . .	15	„
песку	7	„

Всѣ эти вещества кладутъ въ одну кучу, въ означенномъ порядкѣ, и промачиваютъ ее водою. Затѣмъ переминаютъ массу, перемѣшивая ее при этомъ лопатами, какъ можно тщательнѣе. Когда смѣсь образуетъ однообразную массу, тогда ее сгребаютъ въ кучу и даютъ ей пролежать нѣкоторое время, приблизительно до двухъ сутокъ. Потомъ смѣсь снова переминаютъ ногами, поливая ее водою въ такой мѣрѣ, чтобы она получила густоту, одинаковую съ густотою массы, употребляемой для выдѣлки обыкновеннаго обожженнаго кирпича.

Для кладки печей и дымовыхъ трубъ саманные кирпичи оказываются непригодными, такъ-какъ примѣшанныя къ глинѣ органическія вещества могутъ сгорѣть.

Размѣры этихъ кирпичей одинаковы съ размѣрами остальныхъ воздушныхъ кирпичей.

β. *Земляной кирпичъ*. Въ такихъ странахъ, гдѣ не имѣется ни лѣсовъ, ни глины, ни камня въ достаточномъ количествѣ, и гдѣ, кромѣ того, по дороговизнѣ топлива, издержки на обжигъ глинянаго кирпича и извести очень значительны, употребляется для изготовленія кирпичей, за исключеніемъ торфяной и болотистой земли, земля всякаго рода, если только въ ней не имѣется слишкомъ много песку. Для выдѣлыванія земляного кирпича вырывается вблизи мѣста постройки круглая яма, поперечникомъ отъ 14′ до 20′ и глубиною въ $2^1/_2$′. Вырытую изъ этой ямы землю предварительно очищаютъ отъ корней, соломы и другихъ постороннихъ примѣсей, подверженныхъ гніенію, и приготовляютъ изъ нея тѣсто для кирпичей, примѣшивая къ ней, смотря по ея качеству, песку, глины и воды; потомъ мнутъ смѣсь ногами, или коровами, или лошадьми, пока не получится однообразная масса. Изъ послѣдней формуютъ сильнымъ прессованіемъ кирпичи ручнымъ или машиннымъ способомъ. Послѣдній способъ предпочитается, такъ-какъ при этомъ производится болѣе сильное прессованіе, чѣмъ чрезвычайно увеличивается степень крѣпости и твердости. Для выдѣлыванія земляного кирпича съ выгодою можно примѣнять снарядъ въ видѣ обыкновеннаго копра съ бабою, изобрѣтенный г. Изнаромъ (Таб. 1, черт. 7). Въ немъ сжимается обыкновенная земля въ формахъ до плотности камня, превосходящей, какъ говорятъ, даже плотность раковистаго известняка и обожженнаго кирпича средняго достоинства. Такой земляной кирпичъ достигаетъ въ стѣнахъ съ каждымъ годомъ большей степени прочности. Кирпичи, изготовленные посредствомъ снаряда г. Изнара, имѣютъ размѣры $8 \times 4 \times 4$ вершка и вѣсъ въ 55 фунтовъ. Вообще размѣры земляныхъ кирпичей бываютъ слѣдующіе: длина — отъ 8 до 10 вершковъ, ширина — отъ 4 до 5 вершковъ и толщина — отъ 2 до $2^1/_2$ вершковъ, при чемъ вѣсъ составляетъ отъ 40 до 45 фунтовъ.

Готовые кирпичи остаются на землѣ, для предварительнаго высыханія, смотря по погодѣ, приблизительно до 3 дней, при чемъ ихъ защищаютъ отъ дождя; потомъ пере-

ворачиваютъ ихъ на ребро и даютъ имъ высыхать въ такомъ положеніи отъ трехъ дней до недѣли. По прошествіи этого времени можно складывать ихъ въ клѣтки, гдѣ они вполнѣ досыхаютъ.

γ. *Известково-песчаный кирпичъ**). Этотъ кирпичъ изготовляется ручнымъ или машиннымъ способомъ изъ раствора изъ гашеной извести и песку, къ которому иногда еще примѣшиваютъ вещества, которыя придаютъ смѣси гидравлическія качества. Количество извести и песку въ составѣ раствора различно, смотря по качествамъ этихъ матеріаловъ. По Энгелю берутъ на 1 часть гашеной извести отъ 6 до 10 частей чистаго остроугольнаго песку средней зернистости, безъ всякой примѣси чернозема, а именно: при тощей, гидравлической извести отъ 6 до 8 частей, а при жирной отъ 8 до 10 частей песку. Эти составныя части разбавляются водою, количество которой зависитъ отъ влажности песка; сжатая въ рукѣ смѣсь не должна выпускать изъ себя воду въ капельномъ видѣ.

Во время прибавленія воды масса тщательно перемѣшивается до равномѣрнаго распредѣленія составныхъ частей. Кирпичи выдѣлываются изъ этой смѣси или въ станкахъ, или въ кирпичномъ прессѣ возможно сильнаго давленія, такъ-какъ это способствуетъ прочности кирпичей. При сухой погодѣ только-что изготовленные известково-песчаные кирпичи быстро высыхаютъ и твердѣютъ, и уже послѣ 24 часовъ можно складывать ихъ въ клѣтки; въ дѣло же они употребляются не ранѣе, какъ по прошествіи 3—4 недѣль, смотря по степени ихъ высыханія. Известково-песчаные кирпичи не выдерживаютъ перевозки, почему ихъ производство и должно происходить вблизи мѣста постройки.

Употребленіе этихъ кирпичей, по ихъ дешевизнѣ и легкости производства, оказывается, сравнительно съ обожженными кирпичами, весьма выгоднымъ для возведенія сельскохозяйственныхъ, заводскихъ и даже жилыхъ строеній.

На внутренней поверхности стѣнъ, устроенныхъ изъ такихъ кирпичей, штукатурка не нужна.

Хорошій, годный известково-песчаный кирпичъ издаетъ, если стучать въ него пальцемъ, чистый и металлическій звукъ, негодный же глухой.

δ. *Бетонный кирпичъ*. Этотъ кирпичъ изготовляется изъ бетона, т.-е. изъ смѣси, состоящей изъ гидравлической извести или цемента, песку и щебня или гравія. Составъ бетонной массы бываетъ весьма разнообразенъ, смотря по назначенію кирпичей и тому давленію, которому послѣдніе должны сопротивляться. Бетонную массу набиваютъ въ особыя формы въ видѣ ящиковъ довольно большихъ размѣровъ. Если продержать бетонную массу въ станкахъ или ящикахъ въ влажномъ состояніи, пока она не отвердѣетъ, то получаютъ очень крѣпкіе и прочные искусственные камни, отличающіеся своею дешевизною.

ε. *Цементный кирпичъ*. Цементный кирпичъ изготовляется такимъ же образомъ, какъ и известково-песчаный. Масса его составляется изъ 1 части портляндскаго цемента и изъ 3—6 частей песку. Размѣры цементныхъ кирпичей дѣлаютъ различными, но лучше всего одинаковыми съ размѣрами обожженныхъ кирпичей, такъ-какъ въ послѣднемъ случаѣ возможно примѣнять для производства ихъ обыкновенный кирпичный прессъ. Изъ массы, служащей для изготовленія цементнаго кирпича, отливаютъ также различные предметы, какъ-то: кровельныя и половыя плиты, ясли, карнизы, ступени, трубы и др., или набиваютъ ихъ въ надлежащія формы изъ дерева или желѣза.

Всѣ вышеприведенныя смѣси, — глинистаго, землистаго и известковаго рода, изъ которыхъ изготовляются кирпичи, употребляются также на устройство набивныхъ стѣнъ въ видѣ безформенной массы. О составѣ известково-песчаной массы, а также и о другихъ данныхъ будемъ говорить въ другой главѣ.

*) Въ настоящее время известково-песчаный кирпичъ изготовляется различными способами на особо устроенныхъ заводахъ. Такіе кирпичи хорошо выдерживаютъ перевозку.

ζ. *Шлаковый кирпичъ.* Шлаковый кирпичъ выдѣлывается изъ шлака, получаемаго при добываніи чугуна изъ рудъ въ доменной печи. Шлакъ отливаютъ въ жидкомъ состояніи въ чугунныя формы. Затвердѣвшую массу подвергаютъ сильному жару и затѣмъ даютъ ей охлаждаться. Такіе кирпичи имѣютъ цвѣтъ и свойства базальта и употребляются преимущественно для мостовыхъ.

η. *Пробковый кирпичъ.* Пробковый кирпичъ состоитъ изъ мелкихъ кусочковъ пробковаго дерева, соединенныхъ известково-глинистымъ связывающимъ веществомъ, и выдѣлывается въ формахъ подъ значительнымъ давленіемъ; онъ имѣетъ небольшой вѣсъ и дурно проводитъ теплоту, но плохо сопротивляется давленію. Пробковый кирпичъ исключительно употребляется въ сухихъ мѣстахъ.

Особые строительные матеріалы представляютъ слѣдующія смѣси:

1. *Ксилолитъ.* Ксилолитъ въ настоящее время заграницею очень часто употребляется взамѣнъ дерева для устройства половъ, ступеней и, въ видѣ плитъ, для обшивки стѣнъ. Ксилолитъ теплѣе камня, прочнѣе дерева и не коробится; его легко можно обрабатывать обыкновенными инструментами. Ксилолитъ изготовляется изъ 50—60% древесныхъ опилокъ, химически приготовленныхъ, и 40—50% хлороокиси магнія; эта смѣсь образуетъ пластичную массу, изъ которой, при весьма сильномъ прессованіи, выдѣлываются вышеназванные предметы.
2. *Магнезитъ.* Магнезитъ представляетъ смѣсь изъ древесныхъ опилокъ и углекислой магнезіи; онъ несгораемъ и идетъ на обшивку стѣнъ.

c. Дерево.

α. Общія качества дерева.

Дерево, по его внутреннему составу, состоитъ изъ древесныхъ клѣточекъ и водянистыхъ и смолистыхъ соковъ, движущихся въ немъ дѣйствіемъ жизненной силы.

Строеніе дерева яснѣе всего узнается изъ поперечнаго сѣченія ствола. Послѣднее имѣетъ приблизительно круглый видъ и оказываетъ въ серединѣ сердцевину, которая у старыхъ деревьевъ является дряблою или начинаетъ разрушаться, или ея вообще уже болѣе нѣтъ. Отъ сердцевины проходятъ радіально сердцевинные лучи черезъ древесину, которая образуется годовыми приростами, представляющими концентрическіе круги. По числу годичныхъ слоевъ древесины можно судить о возрастѣ дерева. За послѣднимъ отложеннымъ годичнымъ слоемъ слѣдуетъ лубъ и за этимъ, наконецъ, кора. Внутреннюю часть ствола называютъ ядромъ дерева и самые молодые годичные слои заболонью или болонью, представляющею живую часть древесины. Заболонь, въ которой подымается еще питательная жидкость, менѣе плотна, но сырѣе ядра, въ которомъ движется только мало сока.

Толщина годичныхъ слоевъ зависитъ отъ количества питательныхъ веществъ, употребляемыхъ деревомъ, и отъ правильности питанія послѣдняго. Различаютъ на основаніи этого толстокольчатое и тонкокольчатое дерево. Кромѣ того, различаютъ еще дерево по его строенію: съ тонкими, крупными, длинными, короткими и кривыми волокнами.

На качество дерева имѣютъ значительное вліяніе климатъ и мѣсто его произрастанія. Лѣсъ, растущій въ южныхъ странахъ или на сырой, болотистой или жирной почвѣ, имѣетъ губчатую древесину небольшого вѣса и небольшой прочности и подвергается болѣе быстрому гніенію, чѣмъ лѣсъ, растущій въ сѣверныхъ странахъ, на сухомъ или возвышенномъ мѣстѣ.

Отъ строенія древесныхъ волоконъ зависитъ также обработка дерева. Прямослойное дерево легче обрабатывается, чѣмъ дерево съ кривыми волокнами.

Относительно твердости различаются:

Твердое дерево, къ которому принадлежатъ: дубъ, ясень, букъ и илемъ.

Полутвердое дерево, куда относятся: кленъ, лиственница, сосна, береза и ольха.

Мягкое дерево, къ которому причисляются: пихта, ель, липа и тополь.

Вообще большинство нашихъ деревьевъ доставляетъ годный на постройки строительный матеріалъ не раньше, чѣмъ въ возрастѣ отъ 60 до 80 лѣтъ.

Строевой лѣсъ, наиболѣе годный на постройки, имѣетъ свѣтло-коричневый или свѣтло-желтоватый, но не бѣлый цвѣтъ.

Строевымъ лѣсомъ служитъ почти исключительно стволъ деревьевъ.

Дерево представляетъ собою весьма важный и, не смотря на его недостатки, во многихъ отношеніяхъ отличный и до сихъ поръ незамѣнимый строительный матеріалъ.

Достоинства дерева заключаются въ его значительномъ сопротивленіи изгибу, въ эластичности, значительной длинѣ, при относительно небольшомъ вѣсѣ и поперечномъ сѣченіи, въ меньшей, сравнительно съ другими матеріалами, плотности и твердости, что даетъ возможность, удобно обрабатывать его инструментами, и наконецъ въ томъ, что устройство соединеній различныхъ конструкціонныхъ частей изъ дерева бываетъ удобнѣе, чѣмъ устройство соединеній частей изъ какого-нибудь другого строительнаго матеріала.

Но дерево имѣетъ также значительные недостатки, изъ которыхъ особенно замѣчателенъ тотъ, что оно легко загарается; кромѣ того, оно бываетъ не долговѣчно и, при опредѣленныхъ условіяхъ, подвергается гніенію, тлѣнію и червоточинѣ. Въ сырости уже высохшее дерево разбухаетъ, между тѣмъ какъ сырое дерево при усушкѣ уменьшается въ объемѣ.

Всѣ эти недостатки обусловливаются свойствомъ и качествомъ состава дерева. Въ послѣдній входятъ, какъ извѣстно, азотистые соки, которые, приходя въ броженіе, производятъ гніеніе, тлѣніе и наконецъ совершенное разрушеніе древесины.

β. Важнѣйшія породы лѣса.

Лѣсъ раздѣляютъ на хвойный и на лиственный.

У хвойнаго лѣса вообще правильный, тонкій и длинный ростъ и маслянистые и смолистые соки, между тѣмъ какъ лиственный лѣсъ обыкновенно показываетъ неправильный ростъ и имѣетъ водянистые соки.

a. Хвойный лѣсъ.

1) **Сосна** (pinus silvestris), при надлежащей почвѣ и въ сомкнутомъ мѣстѣ произрастанія, достигаетъ совершеннаго роста уже въ возрастѣ 80 лѣтъ и при этомъ вышины отъ 80′ до 100′, при поперечникѣ отъ 3′ до 4′; она остается здоровою приблизительно 150 лѣтъ и болѣе и можетъ достигнуть возраста до 200 лѣтъ и болѣе.

Хвои сосны бываютъ длиною отъ $1\frac{1}{2}''$ до 2″. Древесина ея бываетъ желтовато-красноватаго цвѣта и имѣетъ довольно толсто-кольчатое строеніе съ многочисленными сердцевинными лучами. Сосна тяжеле, тверже и богаче смолою, чѣмъ древесина пихты и ели, и поэтому лучше сопротивляется сырости и дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ; она представляетъ отличный строительный матеріалъ, особенно на открытомъ воздухѣ. Для устройства частей, находящихся внутри зданія, рекомендуется употреблять другія породы хвойнаго лѣса, такъ-какъ древесина сосны въ теплотѣ выдѣляетъ много смолы. Упругостью еловая древесина превосходитъ сосновую.

Одинъ куб. футъ сосноваго дерева вѣситъ около 45 до 52 фунтовъ.

2) **Обыкновенная ель** (picea excelsa) растетъ въ теченіе 100 до 120 лѣтъ до вышины отъ 85′ до 100′, при поперечникѣ до 3′, но оканчиваетъ свой ростъ по прошествіи приблизительно 150 лѣтъ и достигаетъ, хотя и рѣдко, вышины въ 180′, при поперечникѣ въ 6′. Ель можетъ достигнуть возраста въ 400 лѣтъ. Хвои ели стоятъ спирально вокругъ вѣтвей и имѣютъ длину въ $\frac{3}{4}''$. Древесина ея показываетъ многочисленные сердцевинные лучи и бываетъ красновато-желтаго и бѣлаго цвѣта съ незначительнымъ блескомъ и крупно-волокнистаго строенія, при чемъ она мягка и легко колется. Если древесина ели постоянно находится въ водѣ или въ совершенно сухомъ мѣстѣ, то она оказывается почти неразрушимою, но особенно быстро разрушается, подвергаясь попеременно то смачиванію, то высыханію. Поэтому можно употреблять это дерево съ выгодою въ видѣ свай для основаній въ водѣ и, кромѣ того, еще преимущественно для частей, находящихся внутри зданія.

Вѣсъ одного куб. фута составляетъ приблизительно 42 фунта.

3) **Пихта** (abies pectinata) достигаетъ въ возрастѣ отъ 100 до 150 лѣтъ, съ какихъ поръ древесина ея бываетъ годною на постройки, вышины отъ 100′ до 165′, при поперечникѣ отъ 3′ до 4′, иногда даже въ возрастѣ 200 лѣтъ вышины до 200′. Возрастъ пихты иногда достигаетъ 500 лѣтъ. Хвои находятся у пихты по обѣимъ сторонамъ вѣтвей въ видѣ гребня. Древесина пихты показы-

ваетъ многочисленные сердцевинные лучи и бѣловатый цвѣтъ и отличается своею гибкостью. Пихта содержитъ въ себѣ мало смолы и, подвергаясь перемѣнамъ въ атмосферѣ, оказывается мало прочною.

4) **Лиственница,** называемая также европейскимъ кедромъ, представляетъ единственную породу хвойнаго лѣса, которая осенью теряетъ свои хвои и весною возобновляетъ ихъ; она уже въ возрастѣ отъ 50 до 70 лѣтъ на подходящей почвѣ достигаетъ вышины отъ 60′ до 80′ и даже до 120′. Древесина лиственницы показываетъ многочисленные сердцевинные лучи, бываетъ довольно блестящая и крупно-волокнистая и буровато- или красновато-желтаго цвѣта; она долговѣчна, тверже и тяжеле древесины сосны, очень гибка, не трескается и не коробится, не подвергается червоточинѣ и не разрушается ни въ водѣ, ни на открытомъ воздухѣ. Въ строительномъ дѣлѣ лиственница мало употребляется, такъ-какъ она рѣдко встрѣчается и поэтому обходится очень дорого.

5) **Сибирскій кедръ** имѣетъ древесину, очень похожую на древесину пихты. Она отличается отъ послѣдней пріятнымъ запахомъ, который происходитъ отъ благовонной смолы. Цвѣтъ древесины бываетъ свѣтлый, съ коричневымъ оттѣнкомъ до красноватаго, а строеніе ея болѣе тонко-волокнистое, чѣмъ у пихты, съ тонкими сердцевинными лучами.

b. Лиственный лѣсъ.

1) **Лѣтній дубъ** оканчиваетъ ростъ приблизительно въ возрастѣ 200 лѣтъ, достигаетъ при этомъ вышины до 130′, при поперечникѣ отъ $6^1/_2$′ до 8′, и живетъ до 1000 лѣтъ. Древесина лѣтняго дуба имѣетъ свѣтло-коричневый, а заболонь бѣлый цвѣтъ, весьма значительную твердость, крѣпость и долговѣчность и рекомендуется поэтому для всѣхъ строительныхъ работъ, требующихъ всѣхъ этихъ качествъ дерева. Дѣйствію попеременной сырости и сухости древесина лѣтняго дуба отлично сопротивляется.

2) **Зимній дубъ** оканчиваетъ ростъ въ возрастѣ отъ 200 до 250 лѣтъ, живетъ до 600 лѣтъ и достигаетъ вышины отъ 135′ до 200′, при поперечникѣ отъ 4′ до 6′. Древесина зимняго дуба имѣетъ тѣ же самыя качества, какъ и лѣтній дубъ.

3) **Букъ** достигаетъ вышины отъ 80′ до 100′, при поперечникѣ до 3′. Цвѣтъ древесины бываетъ красновато-бѣлый. Въ строительномъ дѣлѣ дерево бука играетъ неважную роль, такъ-какъ сильно подвергается червоточинѣ и отъ дѣйствія перемѣнъ въ атмосферѣ легко разрушается.

4) **Грабъ,** называемый также бѣлымъ букомъ, бываетъ меньшей вышины, чѣмъ букъ. Древесина его имѣетъ желтовато-бѣлый цвѣтъ и отличается своею твердостью, плотностью, крѣпостью, эластичностью и особенно тягучестью; она не уменьшается въ объемѣ, не трескается и вообще имѣетъ всѣ качества, характеризующія отличный подѣлочный лѣсъ. Подвергаясь попеременно то сырости, то сухости, древесина бѣлаго бука показываетъ незначительную долговѣчность и требуетъ продолжительнаго времени для совершеннаго высыханія. Для строительнаго дѣла грабъ не имѣетъ никакого значенія.

5) **Вязъ** въ теченіе 70 лѣтъ достигаетъ вышины до 110′. Древесина вяза отличается гибкостью, упругостью, твердостью и значительною тягучестью; она бываетъ трудно-колющаяся и принадлежитъ къ тѣмъ особенно долговѣчнымъ породамъ, которыя не коробятся, мало подвергаются червоточинѣ и хорошо сопротивляются дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ. Древесина вяза представляетъ отличный подѣлочный лѣсъ, употребляемый съ выгодою для тележнаго дѣла, пахотныхъ орудій, осей, колесныхъ косяковъ, гидравлическихъ колесъ, мельничныхъ валовъ и особенно для водяныхъ сооруженій, такъ-какъ она, находясь постоянно подъ водою, оказывается почти неразрушимою.

6) **Черная или обыкновенная ольха** въ теченіе отъ 40 до 50 лѣтъ достигаетъ вышины отъ 60′ до 70′, при поперечникѣ отъ $1^1/_2$′ до 2′. Цвѣтъ древесины ольхи бываетъ желто-красноватый до бураго. При обработкѣ древесина отличается значительною тягучестью, и если она не слишкомъ стара, то бываетъ довольно легко-колющаяся, но отличается небольшою эластичностью; она легка, мягка и на открытомъ воздухѣ мало, а въ водѣ весьма долговѣчна.

Это дерево употребляется для водяныхъ сооруженій, въ видѣ свай для основаній въ водѣ, для устройства мельницъ, корытъ, насосныхъ трубъ и т. п.

7) **Тополь.** Изъ всѣхъ видовъ этой породы осина наиболѣе распространена. Древесина ея, имѣющая весьма различную плотность, употребляется преимущественно какъ подѣлочный лѣсъ и иногда также для выдѣлыванія гонта.

Всѣ остальныя породы лиственнаго лѣса, какъ напр. кленъ, ясень, береза и др., не имѣютъ для строительнаго дѣла никакой важности и употребляются только какъ подѣлочный и издѣлочный лѣсъ.

γ. Рубка лѣса.

Рубка лѣса, особенно хвойнаго, производится лучше всего въ то время, когда растительная дѣятельность значительно уменьшилась, движеніе соковъ прекратилось и послѣдніе сгустились, т. е. въ зимніе мѣсяцы, обыкновенно съ декабря по февраль. По новѣйшимъ изслѣдованіямъ и опытамъ полагаютъ, что время рубки имѣетъ лишь мало или даже вообще нуль вліянія на доброкачественность лѣса, если только послѣдній немедленно послѣ рубки соразмѣрно обдѣлывается. Время рубки лѣса часто зависитъ отъ хозяйственныхъ и другихъ условій.

Послѣ рубки лиственный лѣсъ немедленно очищается отъ вѣтвей и коры, такъ-какъ вслѣдствіе этого мягкая заболонь его скорѣе твердѣетъ и не такъ легко подвергается червоточинѣ; сверхъ того, склонность къ тлѣнію этимъ большею частью уничтожается.

Хвойный лѣсъ, наоборотъ, при немедленной послѣ рубки очисткѣ отъ коры, вслѣдствіе выдѣленія смолы теряетъ часть долговѣчности и эластичности.

Толстый конецъ срубленнаго дерева, обращенный къ корню, называется комлемъ, и тонкій обращенный къ вершинѣ, отрубомъ.

δ. Раздѣленіе лѣса.

Лѣсъ, смотря по употребленію, раздѣляется на

1) **строевой лѣсъ**, который употребляется для устройства различныхъ частей строеній;

2) **подѣлочный лѣсъ**, употребляемый преимущественно для разныхъ подѣлокъ и для изготовленія разныхъ издѣлій.

Строевой лѣсъ раздѣляется на:

1) **бревна**, т.-е. необтесанный лѣсъ;

2) **брусья**, т.-е. лѣсъ, обтесанный на четыре или на два канта*);

3) **распильный лѣсъ**, который идетъ на распилку на доски, рѣшетины и др.;

4) **щепной лѣсъ**, т.-е. расколотый лѣсъ.

*) Бревно, обтесанное на два канта, называется также лежнемъ.

Бревна раздѣляются на:

1) **весьма толстыя бревна**, длиною болѣе чѣмъ въ 45′ ($19^1/_2$ аршинъ) и толщиною въ отрубѣ болѣе чѣмъ въ $13^1/_2$″ ($7^3/_4$ верш.);

2) **бревна обыкновенной толщины**, отъ 39′ до 45′ (17 до $19^1/_2$ аршинъ) длиною и толщиною въ отрубѣ отъ $10^1/_2$″ до $13^1/_2$″ (отъ 6 до $7^3/_4$ верш.);

3) **бревна средней толщины**, отъ 29′ до 39′ (отъ $12^1/_2$ до 17 арш.) длиною и толщиною въ отрубѣ отъ $8^1/_3$″ до $10^1/_2$″ (отъ $4^1/_4$ до 6 верш.);

4) **бревна для небольшихъ построекъ**, отъ 29′ до $34^1/_2$′ (отъ $12^1/_2$ до 5 арш.) длиною и отъ 6″ до $8^1/_3$″ (отъ $3^1/_2$ до $4^3/_4$ верш.) толщиною въ отрубѣ;

5) **бревна для выдѣлки брусьевъ и для выпилки досокъ**, имѣющія нормальную длину въ 21, (3 сажени);

6) **бревна**, имѣющія въ отрубѣ около 5″ (3 верш.) и называемыя **накатниками**;

7) **бревна** значительной длины, имѣющія въ поперечникѣ комля отъ 5″ до 7″ (отъ 3 до 4 верш.) и называемыя **слегами**;

8) **жерди**, представляющія длинное, тонкое необдѣланное дерево и имѣющія въ поперечникѣ не болѣе $4^1/_2$″ ($2^1/_2$ верш.).

Бревна, имѣющія въ поперечникѣ менѣе 7″ (4 верш.), называются также подвязнымъ лѣсомъ.

Обдѣлкою бревенъ получаются:

1) **пластины**, если распилить круглыя бревна по длинѣ пополамъ:

2) **брусья** — опилкою или обтескою бревенъ на два (Таб. 1, черт. 8) или на четыре (Таб. 1, черт. 9) канта.

Брусья, чисто обдѣланные на четыре канта, имѣютъ по всей своей длинѣ одинаковое прямоугольное поперечное сѣченіе, а получисто обдѣланные на четыре канта показываютъ закругленныя кромки (Таб. 1, черт. 10).

Чтобы изъ даннаго бревна получить брусъ, наиболѣе сопротивляющійся изгибу, приходится раздѣлить его поперечникъ (Таб. 1, черт. 11) на три равныхъ части и въ точкахъ дѣленія m и n поставить перпендикуляры mo и np; точки пересѣченія o и p послѣднихъ съ окружностью соединяютъ прямыми линіями съ крайними точками поперечника и получаютъ такимъ образомъ прямоугольникъ, представляющій поперечное сѣченіе такого бруса, въ которомъ $b : h = 5 : 7$.

Брусья распиливаютъ для разныхъ цѣлей въ строительномъ дѣлѣ по длинѣ пополамъ (Таб. 1, черт. 12) и на крестъ (Таб. 1, черт. 13) и получаютъ такимъ образомъ половину и четвертую часть бруса, называемя половинникомъ и четвертинникомъ или четвертиною.

3) **Доски** также выпиливаютъ изъ бревенъ. Различаютъ обрѣзныя или чистыя доски съ спиленными, прямыми кромками, полуобрѣзныя, гдѣ двѣ изъ четырехъ кромокъ имѣютъ обливины, или получистыя, отпиливаемыя изъ круглыхъ бревенъ и имѣющія на обоихъ краяхъ часть заболони (обливины). Длина досокъ бываетъ отъ 2 до 3 сажень, а ширина чистыхъ до 11″. Толщина досокъ бываетъ отъ $1/2$″ до $3 1/2$″. Смотря по ихъ толщинѣ, доски называются полудюймовыми, дюймовыми, полуторадюймовыми, двухдюймовыми и т. д. или вершковыми. полуторавершковыми и т. д. Дюймовыя доски называются также шелевкою и тесомъ.

Доски толщиною менѣе вершка и болѣе дюйма носятъ также названіе безымянки или межеумка.

Названіе досокъ также обусловливается родомъ ихъ употребленія, и различаютъ напр. половыя доски, палубники и др.

4) **Горбыли** получаются, какъ крайнія части бревна, при выдѣлкѣ изъ него бруса (Таб. 1, черт. 13) или при выпилкѣ досокъ.

5) **Рѣшетины** выпиливаютъ изъ бруса. Различаютъ: двойныя съ поперечнымъ сѣченіемъ въ $1 1/2$″ : 3″ и кровельныя въ $1 1/2$″ : $2 1/2$″ и др.

6) **Гонтъ** состоитъ изъ расколотаго вдоль сосноваго, еловаго или осинаго лѣса длиною до $2 1/2$′ и шириною отъ 4″ до 5″; поперечное сѣченіе гонта бываетъ клинообразно; толщина спинки не должна быть больше $1/2$″; на ней вынимаютъ пазъ, а съ другой стороны обдѣлываютъ гонтъ острымъ ребромъ.

7) **Дрань, дранки** или **драница** быветъ двухъ родовъ: кровельная и штукатурная.

Кровельная дрань, идущая на покрытіе крышъ, имѣетъ длину до 14′ и ширину не менѣе 6″.

Штукатурная дрань бываетъ шириною въ $3/4$″, длиною въ 7′ и толщиною въ $1/8$″.

Прямоугольное поперечное сѣченіе брусьевъ обозначаютъ дробью, при чемъ числитель представляетъ ширину, а знаменатель высоту прямоугольнаго сѣченія.

ε. Болѣзни и пороки у растущихъ деревьевъ.

Красная гниль. Красная гниль происходитъ отъ особеннаго грибка и является внутри нижняго комля. Зараженный лѣсъ бываетъ краснаго и буроватаго цвѣта, имѣетъ незначительную твердость и небольшой вѣсъ, и превращается наконецъ въ легко растирающуюся массу. Красная гниль развивается особенно при присутствіи большого количества воды.

Бѣлая гниль. Бѣлая гниль встрѣчается въ серединѣ ствола и въ болѣе молодыхъ годичныхъ слояхъ древесины. Послѣдняя, вслѣдствіе болѣзни, принимаетъ свѣтлый, большею частью даже бѣлый цвѣтъ и наконецъ совершенно теряетъ свою связь. Въ темныя ночи разлагающаяся древесина отличается замѣтнымъ фосфоресцирующимъ блескомъ, происходящимъ отъ образованія маленькихъ грибковъ.

Смотря по мѣсту гніенія, различаютъ еще гниль сердцевины, заболони, свища (т.-е. сучья гніютъ внутри ствола) и годичныхъ слоевъ.

Гниль годичныхъ слоевъ бываетъ замѣтна тѣмъ, что нѣкоторые изъ нихъ имѣютъ болѣе свѣтлый цвѣтъ, чѣмъ остальная древесина. Эти части древесины съ жадностью всасываютъ въ себя воду и при высыханіи загниваютъ, при чемъ происходятъ кольцеобразныя трещины.

Кромѣ только-что названныхъ болѣзней растущаго дерева, большія трещины также представляютъ значительные недостатки древесины. Трещины, идущія по направленію сердцевинныхъ лучей, не настолько вредны для годности лѣса, какъ кольцеобразныя, образующіяся отдѣленіемъ нѣсколькихъ годичныхъ слоевъ отъ смежныхъ.

Трещины, не совпадающія съ сердцевинными лучами, происходятъ также отъ дѣйствія сильнаго мороза.

Признаки, по которымъ узнаютъ годность лѣса на постройки, когда дерево еще не срублено, приведены въ слѣдующемъ.

У хвойныхъ породъ высокій, тонкій и прямой ростъ, при относительно небольшой разницѣ между поперечниками на отрубѣ и на комлѣ, и здоровая вершина; отсутствіе глубоко входящихъ въ стволъ сучьевъ, трещинъ, червоточины, мха и лишайниковъ. При ударѣ обухомъ топора дерево не должно издавать глухой звукъ; оно не должно расти на жирной почвѣ, такъ-какъ въ такомъ

случаѣ содержаніе смолистыхъ соковъ въ древесинѣ бываетъ меньше.

ζ. Сохраненіе строевого лѣса.

Только-что срубленное дерево содержитъ въ себѣ отъ 30 до 60% воды, а уже высохшее на открытомъ воздухѣ содержитъ воды еще отъ 15 до 20%. При высыханіи дерево значительно уменьшается въ объемѣ по ширинѣ, а почти незамѣтно по длинѣ. Когда уже высохшее на воздухѣ дерево находится въ сыромъ воздухѣ, оно всасываетъ въ себя изъ послѣдняго влагу и увеличивается при этомъ въ объемѣ, отчего происходитъ измѣненіе формы его, т.-е. оно коробится и трескается. Такъ-какъ при высыханіи древесины изъ заболони испаряется болѣе воды, чѣмъ изъ ядра, то первая болѣе уменьшается въ объемѣ, чѣмъ послѣднее. Вслѣдствіе этого появляются трещины по радіальному направленію, расширяющіяся наружу.

Для предохраненія бревенъ отъ этихъ недостатковъ приходится защищать ихъ отъ слишкомъ быстраго высыханія. Для этой цѣли укладываютъ ихъ въ штабели такимъ образомъ, чтобы они со всѣхъ сторонъ могли соприкасаться со свѣжимъ воздухомъ, но не съ землею; при этомъ они должны быть защищены отъ дѣйствія солнечныхъ лучей и особенно отъ вѣтра. Для защиты отъ дождя надъ штабелями устраиваютъ простой навѣсъ. Слишкомъ медленное высыханіе дерева также не годится, такъ-какъ дерево въ такомъ случаѣ легко подвергается тлѣнію.

Дерево должно употреблять лучше всего не раньше, какъ послѣ двухлѣтней просушки, а послѣ отднолѣтней просушки только въ такихъ мѣстахъ, гдѣ оно имѣетъ возможность высыхать еще дальше.

Гніеніе дерева происходитъ отъ разложенія азотистыхъ составныхъ частей сока его, при сырости до нѣкоторой степени. Особенно скоро дерево загниваетъ, подвергаясь попеременному дѣйствію сырости и сухости, между тѣмъ какъ оно вообще не гніетъ, постоянно находясь въ водѣ.

Средства для предохраненія дерева отъ гніенія состоятъ въ защитѣ употребленнаго въ дѣло сухого дерева отъ соприкосновенія съ влажнымъ воздухомъ и сыростью и въ удаленіи соковъ его или въ измѣненіи химическаго состава послѣднихъ.

Защита дерева отъ сырости достигается окраскою изъ льняного масла, масляной краски, древесной смолы въ нагрѣтомъ состояніи или растворимаго стекла. Но въ такомъ случаѣ дерево прежде должно быть вполнѣ высушено; иначе окраска препятствуетъ дальнѣйшему его высыханію, отчего происходитъ тлѣніе. Послѣднее происходитъ у потолочныхъ балокъ также вслѣдствіе обивки концовъ ихъ кровельнымъ толемъ или берестою, чего непремѣнно слѣдуетъ избѣгать.

Для защиты столбовъ, кольевъ и другихъ частей, находящихся частью въ землѣ, обугливаютъ ихъ на одинъ футъ надъ и подъ землею; обугленный слой дерева препятствуетъ проникапію сырости внутрь его.

Удаленіе соковъ производится вымачиваніемъ бревенъ въ текущей водѣ или водянымъ паромъ подъ высокимъ давленіемъ. Иногда соки дерева удаляются также постановкою бревенъ въ стоячемъ положеніи, при чемъ соки стекаютъ у нижняго конца.

Тлѣнію подвергается строевой лѣсъ, если онъ употребленъ былъ въ дѣло не въ совершенно сухомъ состояніи или въ сыромъ мѣстѣ, напр. въ погребѣ, гдѣ онъ, вслѣдствіе отсутствія свѣжаго воздуха, не можетъ окончательно высохнуть.

Измѣненіе химическаго состава соковъ дерева производится пропитываніемъ послѣдняго химическими веществами, какъ напр. растворомъ мѣднаго купороса, хлористаго цинка, сулемы или креозота. Этотъ способъ предохраненія дерева обходится очень дорого, такъ-какъ примѣненіе его требуетъ довольно сложныхъ приспособленій.

Домовой грибокъ. Домовой грибокъ оказывается очень опаснымъ для долговѣчности дерева. Образованіе домового грибка представляетъ послѣдствіе загниванія дерева, происходящее вслѣдствіе сырости и недостатка свѣта и свѣжаго, сухого воздуха. Дерево домовымъ грибкомъ совершенно разрушается. Домовой грибокъ питается больной древесиной, въ которую онъ проникаетъ, и дѣйствуетъ заразительно на сосѣднюю здоровую древесину. Онъ проникаетъ даже въ швы кладки, при чемъ сопровождающая его сырость разрушаетъ растворъ.

Во время произрастанія грибка на поверхности дерева становятся видными бѣлыя пятна, которыя постепенно увеличиваются и образуютъ

тонкую серебристую сѣть, содержащую поверхность дерева въ сыромъ состояніи.

Эта сѣть мало по малу переходитъ въ листоватый, сочный и волокнистый плетень, принимающій сѣроватый цвѣтъ и серебристый блескъ. Сокъ, выдѣливаемый этимъ плетнемъ, способствуетъ распространенію грибка. При дальнѣйшемъ развитіи грибокъ принимаетъ видъ упругой пробковидной массы бѣло-желтоватаго цвѣта, переходящаго вслѣдствіе дѣйствія воздуха и свѣта въ буроватый. При этомъ грибокъ сморщивается, при достигнутой зрѣлости растрескивается и разсыпаетъ пылеобразные зародыши, которые причиняютъ дальнѣйшее распространеніе его. Домовой грибокъ испускаетъ непріятный задхлый и даже вредный для здоровья запахъ, по которому иногда можно узнавать присутствіе его.

Если въ какомъ-нибудь строеніи показывается домовой грибокъ, то непремѣнно слѣдуетъ устранить разрушенное уже дерево и тщательно очистить менѣе пораженное, выгребая и швы каменной кладки. Потомъ окрашиваютъ поверхность дерева и кладки растворами, изъ которыхъ наиболѣе употребительны слѣдующіе.

1) **Антигерминъ.** Антигерминъ недавно встрѣчается въ торговлѣ; онъ приготовляется на красочныхъ фабрикахъ Friedrich Bayer & Comp. и представляетъ равномѣрную густую массу зеленовато-желтаго цвѣта, не имѣющую запаха. Антигерминъ растворяется въ горячей водѣ, при чемъ $^1/_2$% оказывается уже достаточнымъ. Растворъ, при употребленіи, часто взбалтывается. Антигерминъ представляетъ отличное предохранительное средство отъ домового грибка.

2) **Растворъ** изъ 1 вѣсовой части сулемы и 100 вѣсовыхъ частей известковой воды. Этотъ растворъ употребляется по своей ядовитости только въ нежилыхъ строеніяхъ.

3) **Растворъ хлористаго цинка**, который наносится на дерево въ тѣстовидномъ состояніи.

4) **Растворъ поваренной соли**, который уваривается до образованія кристалловъ и наносится на дерево въ нагрѣтомъ состояніи.

5) **Микотанатонъ,** представляющій наибольшею частью жидкій растворъ соляной щелочи и сѣрной кислоты, который нагрѣвается до температуры въ 60° по Ц. и наносится на дерево и кладку.

6) **Антимеруліонъ,** состоящій въ сухомъ видѣ изъ инфузорной земли, поваренной соли и борной кислоты, а въ жидкомъ—изъ растворимаго стекла, поваренной соли и борной кислоты.

7) Дерево поврежденное червями, окрашивается жирными, смолистыми веществами, скипидаромъ и мыловаренною щелочью.

Относительно продолжительности службы дерева полагаютъ, что подверженное попеременному дѣйствію сырости и сухости служитъ: дубовое 50 лѣтъ и сосновое 20 лѣтъ; въ вполнѣ сухомъ мѣстѣ: дубовое отъ 360 до 800 лѣтъ, сосновое отъ 120 до 200 лѣтъ.

Подъ водою дерево бываетъ долговѣчно.

d. Металлы.

1. **Желѣзо.** Желѣзо представляетъ важнѣйшій для строительнаго дѣла металлъ. Въ химически чистомъ состояніи желѣзо для техническихъ цѣлей не годится; оно, какъ строительный матеріалъ, достигаетъ своего достоинства содержаніемъ углерода до 5,5%.

Качества желѣза обусловливаются преимущественно количествомъ углерода въ немъ и способомъ выработки его, а, въ виду этого, можно различать двѣ главныхъ группы желѣза: чугунъ и ковкій металлъ (ковкое желѣзо и сталь).

A. **Чугунъ.** Чугунъ получается выплавкою рудъ въ доменной печи и обладаетъ содержаніемъ углерода не меньше 2,3% и обыкновенно не больше 5%; онъ легкоплавокъ и плавится, не постепенно размягчаясь при этомъ. На основаніи этого у чугуна нѣтъ способности свариваться*) и коваться.**)

Удѣльный вѣсъ чугуна колеблется между предѣлами 7 и 7,6 и увеличивается вмѣстѣ съ содержаніемъ углерода и другихъ постороннихъ веществъ. Среднимъ числомъ можно принимать вѣсъ одного кубическаго метра въ 7250 kg (1 куб. футъ = 12,525 пуд.).

Различаютъ бѣлый, сѣрый и половинчатый чугунъ.

---

*) Свариваемостью называется способность желѣза соединяться въ бѣло-калильномъ состояніи, механическими средствами, изъ отдѣльныхъ частей въ одно цѣлое.

**) Ковкостью называется способность желѣза принимать въ красно-калильномъ состояніи, при обработкѣ молотомъ, произвольныя формы.

a. *Бѣлый чугунъ.* Углеродъ остается въ бѣломъ чугунѣ, при охлажденіи послѣдняго, большею частью въ химическомъ соединеніи съ желѣзомъ.

Бѣлый чувунъ весьма хрупокъ и твердъ и не поддается никакой механической обработкѣ; для отливки издѣлій онъ не годится, потому что въ расплавленномъ состояніи недостаточно жидокъ и поэтому не можетъ вполнѣ выполнять формы.

Бѣлый чугунъ служитъ преимущественно для производства ковкаго металла.

Точка плавленія находится при температурѣ отъ 1050°—1200° Ц.

b. *Сѣрый чугунъ.* Углеродъ въ сѣромъ чугунѣ выдѣляется при немедленномъ охлажденіи послѣдняго большею частью въ видѣ графита.

Переплавкою въ вагранкахъ сѣраго чугуна, отлично выполняющаго формы, получается собственно литейный чугунъ, изъ котораго отливаются чугунныя издѣлія.

Температура плавленія сѣраго чугуна находится при 1100°—1300° Ц.

Сѣрый чугунъ бываетъ столь мягокъ, что его легко можно сверливать, строгать, точить и обрабатывать напилкомъ.

Переходъ отъ бѣлаго до сѣраго чугуна образуетъ такъ-называемый половинчатый чугунъ.

c. Половинчатый чугунъ. При половинчатомъ чугунѣ, кромѣ графита, ясно проявляется на поверхности его еще бѣлый чугунъ.

Относительно качествъ и употребленія, половинчатый чугунъ занимаетъ промежуточное мѣсто между бѣлымъ и сѣрымъ чугуномъ.

По строенію различаютъ еще зернистый, лучистый и зеркальный чугунъ.

Упругость. Коэффиціентъ упругости чугуна принимается по Винклеру среднимъ числомъ въ 1,000,000 kg/cm², а предѣлъ упругости, т. е. напряженіе у предѣла упругости неизвѣстенъ.

Сопротивленіе*). У чугуна сопротивленіе раздробленію гораздо больше сопротивленія разрыву. Сопротивленіе раздробленію можно принимать среднимъ числомъ отъ 7000—8000 kg/cm² (2758—3150 пуд./дм.²), а сопротивленіе разрыву отъ 1260—1800 kg/cm² (496—710 пуд./дм.²).

Въ Германіи для чугунныхъ издѣлій предписано сопротивленіе разрыву не меньше 1200kg/cm² (472 пуд./дм.²). Сверхъ того, тягучесть чугуна должна быть такая, чтобы отъ удара молотомъ на прямоугольную кромку издѣлія, отлитаго изъ него, осталось углубленіе, а при этомъ кромка сама не оттреснула.

Далѣе необработанный брусокъ квадратнаго поперечнаго сѣченія, со стороною въ 3 cm, упирающійся въ двѣ опоры, разстояніе которыхъ другъ отъ друга равно 3 метрамъ, долженъ выдерживать въ серединѣ нагрузку, мало-по-малу увеличивающуюся до 450 kg.

Нагрѣваніемъ крѣпость чугуна уменьшается. У чугунныхъ колоннъ при высокой температурѣ меньшее сопротивленіе, чѣмъ при обыкновенной.

При сильномъ холодѣ крѣпость чугуна также уменьшается, и послѣдній оказываетъ въ такомъ случаѣ небольшее сопротивленіе ударамъ и сотрясеніямъ.

Если сѣрый и половинчатый чугунъ, при отливкѣ въ желѣзныя формы, быстро охлаждается, то онъ превращается на поверхности, до нѣкоторой глубины, въ бѣлый чугунъ, образующій жесткую кору (Hartguss).

Продолжительнымъ прогрѣваніемъ бѣлаго чугуна вмѣстѣ съ порошковиднымъ краснымъ желѣзнякомъ придаютъ первому качество ковкости (Weichguss, Temperguss).

Чугунъ употребляется преимущественно для такихъ частей зданій, которыя должны выдерживать только спокойную нагрузку и не подвергаются сотрясеніямъ; какъ напр.: для колоннъ, стоекъ, консолей и пр., или для частей, которыя, по сложности формы, трудно выковать изъ ковкаго металла, какъ-то: для подушекъ, башмаковъ, колосниковыхъ рѣшетокъ, трубъ и пр.

Во всякомъ случаѣ приходится избѣгать употребленія чугуна для такихъ конструкціонныхъ частей, которыя подвергаются растягивающимъ усиліямъ.

Чугунныя части отливаются лучше всего длиною не больше 5 m (16′—17′), а толщина стѣнокъ ихъ по возможности должна быть равно-

*) Прочное сопротивленіе см. „Приложеніе“.

мѣрна, не меньше 1 cm (1/2″) и не больше 8 cm (3″).

Чугунныя колонны и вообще длинныя части изъ чугуна должны быть отлиты въ стоячемъ положеніи, чѣмъ отливка выходитъ равномѣрнѣе.

При опредѣленіи размѣровъ чугунныхъ частей необходимо, при отливкѣ ихъ, принимать въ разсчетъ величину усадки чугуна, на которую модель должна быть больше. Эта величина составляетъ приблизительно 1%, но на различныхъ заводахъ не бываетъ одинакова.

Б. **Ковкій металлъ, ковкое желѣзо вообще.** Ковкій металлъ имѣетъ содержаніе углерода меньше 2,3% и получается выдѣлкою большаго или меньшаго количества углерода изъ чугуна, обыкновенно бѣлаго.

При нагрѣваніи ковкій металлъ постепенно размягчается и поэтому сваривается и куется.

Ковкій металлъ раздѣляется на двѣ главныхъ группы: на ковкое желѣзо и сталь.

a. *Ковкое желѣзо.* Ковкое желѣзо имѣетъ содержаніе углерода отъ 0,03—0,4% и незамѣтно закаливается.

Смотря по способу выдѣлки ковкаго желѣза изъ чугуна, различаютъ сварочное и литое желѣзо.

α. *Сварочное желѣзо.* Сварочное желѣзо, какъ пудлинговое и кричное желѣзо, получается въ тѣстовидномъ состояніи; оно содержитъ въ себѣ шлаки, имѣетъ волокнистое строеніе, бываетъ мягко и, при значительной тягучести, оказывается легко ковкимъ и способнымъ свариваться. Въ силу этого, прокатываются изъ сварочнаго желѣза преимущественно сорта, предназначенные для передѣлки свариваніемъ и выковываніемъ и встрѣчающіеся въ торговлѣ, како-то: квадратное, круглое и полосовое желѣзо.

Заклепки, которыя должны вытерпливать значительное измѣненіе формы, изготовляются изъ наилучшаго мягкаго сварочнаго желѣза.

Вѣсъ одного куб. метра можетъ быть принимаемъ среднимъ числомъ въ 7800 kg (1 куб. футъ = 13,45 пуд.).

Упругость. Коэффиціентъ упругости принимается среднимъ числомъ въ 2000000 kg/cm² (800 000 пуд./дм.²), а предѣлъ упругости для сжатія и растяженія въ 1650 kg/cm² (650 пуд./дм.²). Послѣдній составляетъ приблизительно 3/8 временнаго сопротивленія матеріала, т.-е. сопротивленія раздробленію и разрыву.

Сопротивленіе сварочнаго желѣза разрыву весьма различно и можетъ приниматься для лучшихъ сортовъ въ 3500—4000 kg/cm² (1400—1600 пуд./дм²).

Сопротивленіе сварочнаго желѣза раздробленію трудно опредѣлить и принимается по прежнимъ опытамъ въ 7/8 сопротивленія разрыву, между тѣмъ какъ по Тетмайэру оба сопротивленія бываютъ равной величины.

β. *Литое желѣзо.* Литое желѣзо получается въ жидкомъ состояніи тремя способами: Бессемера, Томаса и Сименса Мартена. Литое желѣзо не содержитъ въ себѣ шлаковъ.

1. **Способъ Бессемера.** Способъ Бессемера, называемый кислымъ способомъ, заключается въ томъ, что такъ-называемая Бессемерская груша, выложенная кремневымъ кирпичомъ, заполняется чугуномъ, обыкновенно уже прежде переплавленнымъ въ вагранкахъ, а сквозь него, когда онъ находится въ раскаленномъ состояніи, прожимаются струи воздуха. Отъ этого происходитъ обезуглероженіе чугуна до опредѣленной степени. Чугунъ для кислаго способа выдѣлки углерода долженъ быть богатъ кремнемъ и бѣденъ фосфоромъ.

2. **Способъ Томаса.** По способу Томаса, называемому также основнымъ способомъ, груша выкладывается доломитовымъ кирпичомъ, а употребленный въ дѣло чугунъ долженъ обладатъ значительнымъ содержаніемъ фосфора. Послѣдній выдѣляется одновременно съ обезуглероживаніемъ чугуна.

3. **Способъ Сименса-Мартена.** Въ противоположности къ обоимъ предыдущимъ способамъ, литое желѣзо по способу Сименса-Мартена получается смѣшиваніемъ жидкаго чугуна съ ковкимъ желѣзомъ въ отражительныхъ печахъ съ регенеративною газовою топкою. Смотря по тому, выложенъ ли подъ печи кремневыми или основными веществами, различаютъ кислое или основное литое желѣзо Мартена.

Литое желѣзо обладаетъ зернистымъ строеніемъ и менѣе легко сваривается и куется, чѣмъ сварочное желѣзо. Исключеніе представляетъ мягкое основное литое желѣзо Мартена, которое также отлично сваривается и куется, и поэтому, на по-

добіе сварочнаго желѣза, служитъ для прокатыванія полосового, квадратнаго и круглаго желѣза, какіе сорта предназначены для дальнѣйшей обработки.

Въ настоящее время изготовляется изъ литого желѣза почти исключительно фасонное или сортовое желѣзо (I-, [-, ⅂-, ⊥-, L- желѣзо и др.).

Употребленіе литого желѣза рекомендуется для такихъ конструкціонныхъ частей, которыя идутъ на постройку въ опредѣленныхъ срѣзанныхъ длинахъ и не нуждаются въ дальнѣйшей обработкѣ или для такихъ, соединеніе которыхъ производится заклепками и болтами, а не сваркою.

Одинъ куб. метръ литого желѣза вѣситъ среднимъ числомъ 7850 kg (1 куб. футъ=13,54 пуд.).

Упругость. Коэффиціентъ упругости литого желѣза принимается въ 2 200 000 kg/cm² (900 000 пуд./дм.²), а предѣлъ упругости для сжатія и растяженія составляетъ приблизительно ³/₈ сопротивленія раздробленію, относительно разрыву.

Сопротивленіе литого желѣза разрыву составляетъ отъ 3500 — 4500 kg/cm² (1400 — 1800 пуд./дм.²).

Сопротивленіе литого желѣза раздробленію принимается обыкновенно равнымъ сопротивленію разрыву, но по опытамъ Тетмайэра оно составляетъ только 95% послѣдняго.

Вліяніе нѣкоторыхъ веществъ, содержащихся въ желѣзѣ, на качества послѣдняго. Вліяніе фосфора. Временное сопротивленіе сварочнаго желѣза незначительно измѣняется при содержаніи фосфора меньше 0,3% и спокойной нагрузкѣ, но при ударахъ и сотрясеніяхъ, даже содержаніе отъ 0,05 до 0,1% уже оказываетъ замѣтное вліяніе: желѣзо становится хрупкимъ и холодно-ломкимъ, т.-е. желѣзо можетъ коваться, безъ вредныхъ явленій, въ раскаленномъ состояніи, въ холодномъ же оно ломается при сгибаніи.

При литомъ желѣзѣ вредное вліяніе фосфора еще болѣе замѣтно, и нельзя допускать большее содержаніе чѣмъ въ 0,1%.

Вліяніе сѣры. При содержаніи сѣры въ 0,2%, сварочное желѣзо уже становится красноломкимъ, т.-е. оно теряетъ въ краснокалильномъ состояніи способность коваться; но при обыкновенной температурѣ содержаніе сѣры въ желѣзѣ до 0,1% обнаруживаетъ незначительное вліяніе на крѣпость сварочнаго желѣза.

При литомъ желѣзѣ съ содержаніемъ сѣры до 0,1% красноломкость не замѣтна.

Вліяніе кремнія. При содержаніи кремнія до 0,35% желѣзо становится хрупкимъ.

Изъ литого и сварочнаго желѣза прокатываются на заводахъ различные сорта прокатнаго желѣза, получающіеся въ продажѣ въ употребительныхъ длинахъ безъ особаго заказа.

Сортаменты издѣлій изъ желѣза издаются заводами въ особыхъ тетрадяхъ. Германскій сортаментъ, нашедшій обширное распространеніе, помѣщенъ въ „Приложеніи“. Въ Россіи, съ 1900 г., имѣется также „русскій нормальный метрическій сортаментъ фасоннаго желѣза“, который тоже помѣщенъ въ „Приложеніи“.

Означеніе нормальныхъ профилей по германскому и русскому сортаменту выбрано такъ, чтобы номеръ одновременно указывалъ главный размѣръ, т.-е: высоту, или оба главныхъ размѣра, т.-е.: высоту и ширину означеннаго фасоннаго желѣза въ сантиметрахъ. Прокатное желѣзо продается на заводахъ вѣсомъ. Если поперечное сѣченіе, длина или вѣсъ отдѣльныхъ штукъ прокатнаго желѣза превосходитъ опредѣленную, такъ-называемую нормальную величину, то цѣна за нихъ возвышается.

Сорта прокатнаго желѣза. Размѣры ниже слѣдующихъ сортовъ прокатнаго желѣза въ метрической мѣрѣ относятся къ германскому и русскому сортаменту, а размѣры въ русской мѣрѣ взяты преимущественно изъ сортамента издѣлій Общества Путиловскихъ Заводовъ.

1) **Круглое желѣзо***) (Таб. 1, черт. 14) съ круглымъ сѣченіемъ, поперечникомъ отъ 5 до 100 mm (¼″ до 4″). Нормальныя длины круглаго желѣза составляютъ 4 и 6 m (13′,2 и 19′,8). Круглое желѣзо толщиною до 45 mm (1³/₄″) изготовляется преимущественно изъ сварочнаго желѣза, а свыше 45 mm (1³/₄″) изъ литого желѣза и стали; оно прокатывается при толщинѣ до 22 mm (⁷/₈″) длиною до 12 m (40′), а при толщинѣ до 75 mm (3″) длиною до 9 m (30′).

2) **Квадратное желѣзо*** (Таб. 1, черт. 15) съ квадратнымъ сѣченіемъ отъ 5 до 100 mm (¼″ до 4½″). Употребительныя длины квадратнаго желѣза такія же, какъ у круглаго желѣза.

3) **Плоское желѣзо*** (Таб. 1, черт. 16). Плоское желѣзо подраздѣляется на полосовое, листовое и универсальное желѣзо.

---

*) См. „Приложеніе“.

α. *Полосовое желѣзо** прокатывается шириною отъ 14 до 150 mm (1/2" до 6"), толщиною отъ 3 до 65 mm (1/8" до 2 1/2") и длиною до 15 m (50'), если вѣсъ его не превышаетъ 295 kg (18 пуд.).

β. *Листовое желѣзо* можетъ быть шириною отъ 1,5 до 1,8 m (5' до 6') при толщинѣ отъ 9 до 25 mm (3/8" до 1").

Нормальные размѣры листовъ. При толщинѣ листовъ отъ № 19 бирмингамскаго калибра (1 mm = 0",042) и до 1/16" ширина дѣлается не больше 3' и длина до 9'.

При толщинѣ отъ 1/16" до 1/8" ширина дѣлается до 4' и длина до 11'.

При толщинѣ отъ 1/8" до 1" ширина дѣлается до 4' и длина до 13'.

Если листовое желѣзо подвергается какой-нибудь механической обработкѣ, до долевыя и поперечныя кромки должны быть остpагиваемы на ширину не меньше 1 1/2 mm.

О кровельномъ листовомъ желѣзѣ поговоримъ послѣ.

γ. *Универсальное желѣзо* представляетъ плоское желѣзо, прокатываемое шириною отъ 150 до 800 mm (6" до 22") и толщиною не менѣе 5 mm (3/16") и до 95 mm (1 1/8").

Универсальное желѣзо прокатывается длиною до 9 m (30') при толщинѣ до 8 mm (5/16") и до 12 m (40') при большей толщинѣ, если вѣсъ полосы не превосходитъ 325 kg (90 пуд.); въ противномъ случаѣ этотъ вѣсъ ограничиваетъ длину.

По особому соглашенію толщина и длина универсальнаго желѣза можетъ нѣсколько увеличиться.

Универсальное желѣзо изготовляется преимущественно литое.

4. **Фасонное или сортовое желѣзо.** Фасонное или сортовое желѣзо бываетъ въ поперечномъ сѣченіи разнаго вида, по которому придаютъ ему названіе. Важнѣйшіе сорта фасоннаго желѣза слѣдующіе:

α. *Угловое желѣзо**. Различаютъ равнобокое или равностороннее (Таб. 1, черт. 17) и неравнобокое или неравностороннее (Таб. 1, черт. 18) угловое желѣзо.

Равнобокіе уголки изготовляются на русскихъ заводахъ шириною отъ 3/4" до 5 1/2", а неравнобокіе или неравносторонніе отъ 1 1/8"×7/8" до 10"×3 1/2"; толщина уголковъ составляетъ отъ 3/32" до 5/8", рѣдко до 3/4".

По русскому сортаменту полки равнобокихъ уголковъ дѣлаются шириною отъ 1 1/2 до 15 cm, а толщиною отъ 3 до 22 mm, а по германскому сортаменту шириною отъ 1 1/2 до 16 cm и толщиною отъ 3 до 19 mm.

Неравнобокіе уголки изготовляются двухъ видовъ съ отношеніемъ ширинъ полокъ другъ къ другу въ 2:3 и 1:2.

По русскому сортаменту неравнобокое угловое желѣзо прокатывается шириною отъ 3 cm, относительно 2 cm, до 15 cm, относительно 10 cm, и отъ 4 cm, относительно 9 cm, до 16 cm, относительно 8 cm, и толщиною отъ 3 до 15 mm, относительно и отъ 4 до 14 mm. Въ германскомъ сортаментѣ встрѣчаются тѣ же самыя профили.

Нормальная длина уголковъ составляетъ 8 m (26',4), но изготовляются также уголки длиною въ 14 m (46') и въ исключительныхъ случаяхъ даже до 18 m (60').

Уголки прокатываются главнымъ образомъ изъ литого желѣза, но иногда также изъ стали и свaривающагося литого желѣза. Изъ сварочнаго желѣза могутъ быть изготовляемы ровнобокіе уголки до 4"×4"×3/4" (100×100×19 mm) и неравнобокіе по 3 3/4"×3"×1/2" (94×75×12,5 mm).

β. *Тавровое желѣзо**. Различаютъ тавровое желѣзо или тавры съ широкою подошвою (Табл. 1, черт. 19a) и тавры съ высокою вертикальною стѣнкою (Таб. 1, черт. 19b). Наибольшая длина тавровъ бываетъ, смотря по профили, отъ 35' до 40' (10,6 до 18 m).

Для профилей № 8 до № 12 германскаго сортамента, для которыхъ постановлена возвышенная цѣна, нормальная длина составляетъ 4 до 8 m, а наибольшая 12 m.

Тавры прокатываются по русскому сортаменту отъ 50×25×5 до 160×80×13 mm и отъ 25×25×3,5 до 90×90×10 mm, по сортаменту Путиловскихъ Заводовъ отъ 1"×1"×5/32"×5/32" до 8"×10"×9/16"×9/16", а по германскому отъ 60×30×5,5×5,5 mm до 200×100×16×16 mm и отъ 20×20×3×3 mm до 140×140×15×15 mm. На изготовленіе тавроваго желѣза идетъ литое желѣзо.

*) См. „Приложеніе".

*) См. „Приложеніе".

γ. *Двутавровое желѣзо** (Таб. 1, черт. 20). Двутавровое желѣзо прокатывается преимущественно изъ литого желѣза высотою по русскому сортаменту отъ 8 до 40 cm (3″ до 16″) и по германскому отъ 8 до 55 cm (3″ до 22″) и длиною до 14 m (45′).

По сортаменту Путиловскихъ заводовъ высота двутавровыхъ балокъ составляетъ 4″ до 16″ (10,2 до 40,6 cm).

δ. *Корытообразное, корытное* или *швеллерное желѣзо* или *коробки**) (Таб. 1, черт. 20a) прокатывается преимущественно изъ литого желѣза высотою по русскому сортаменту отъ 5 до 30 cm, по германскому отъ 3 до 30 cm и по сортаменту Путиловскихъ Заводовъ высотою отъ 4 до 30 cm ($1^{9}/_{16}$″ до 12″). Корытное желѣзо до $4^{5}/_{8}$″ (11,5 cm) высоты прокатывается длиною до 50′ до 60′ (15 m до 18 m), а остальное большей высоты до 40′ до 45′ (12 до 14 m).

ε. *Зетое желѣзо* или *зеты**) (Таб. 1, черт. 20b) прокатывается высотою по русскому сортаменту отъ 4 до 25 cm и по германскому отъ 3 до 20 cm. По сортаменту Путиловскихъ Заводовъ высота составляетъ $2^{1}/_{2}$″ до 10″. Зеты отъ $2^{1}/_{2}$″×$3^{1}/_{2}$″×$2^{1}/_{2}$″×$^{9}/_{32}$″ до 3″×6″×$3^{1}/_{2}$″×$^{3}/_{8}$″ изготовляются длиною 60′ до 70′ (18 до 21 m), а зеты болѣе крупной профили — 40′ до 50′ (12 до 16 m). Различаютъ прямые и косые зеты. При послѣднихъ стѣнка не перпендикулярна къ полкамъ. На изготовленіе зетовъ идетъ литое желѣзо.

ζ. *Желѣзо Зоре**) (⁄⌒_) (Таб. 1, черт. 20c).

η. *Квадрантное* или *колонное желѣзо**) (Таб. 1, черт. 20d) изготовляется съ радіусомъ отъ 5 до 15 cm въ 5-ти различныхъ размѣрахъ, при толщинѣ стѣнокъ отъ 14 до 18 mm. На Путиловскихъ Заводахъ прокатывается квадрантное желѣзо въ 5-ти различныхъ размѣрахъ съ радіусомъ отъ 7,5 до 10 cm, при толщинѣ стѣнокъ отъ 6 до 12 mm и длиною отъ 10,5 до 15 m (35′ до 49′).

На изготовленіе квадрантнаго желѣза идутъ также преимущественно наилучшіе сорта литого желѣза.

5) **Бѣлая жесть**, т. е. листовое желѣзо, покрытое оловомъ. Размѣры листа приняты въ 1 аршинъ въ квадратѣ или въ 1 аршинъ ширины и въ 2 аршина длины.

*) См. „Приложеніе“.

6) **Кровельное желѣзо** имѣетъ нормальные размѣры въ 1 аршинъ ширины и въ 2 аршина длины и различается по числу фунтовъ, мѣняющемуся отъ 6 до 14. Число листовъ въ 2 аршина длины и въ 1 аршинъ ширины въ одной пачкѣ, вѣсомъ въ 5 пудовъ, опредѣляется по нижеслѣдующей таблицѣ:

Вѣсъ листа въ ℔.	Число листовъ въ 5 пудахъ
6 и 7	33 и 38
8	25
9—$9^{1}/_{2}$	22—21
10—$10^{1}/_{2}$	20—19
11	18
12—13	16—15
14	14

Листовое кровельное желѣзо всѣхъ сортовъ укладывается 5-пудовыми пачками.

7) **Кровельное листовое желѣзо,** покрытое цинкомъ, встрѣчается тѣхъ же самыхъ размѣровъ, какъ и обыкновенное кровельное желѣзо.

8) **Балочное волнистое желѣзо*** (Таб. 1, черт. 21). Высота волны равняется по меньшей мѣрѣ половинѣ ширины ея. Оно изготовляется различныхъ профилей. Легкія профили идутъ на покрытіе крышъ и на устройство стѣнъ и потолковъ. Наименьшая толщина составляетъ 1 mm, наибольшая 5 mm, обыкновенная длина доски — отъ 10′ до 13′ 4″ (3 до 4 m) и наибольшая — 16′ 6″ (5m). Ширина доски зависитъ отъ высоты профили и толщины желѣза; она мѣняется отъ $17^{3}/_{4}$″ до $33^{1}/_{2}$″ (0,45 до 0,85 m).

9) **Сводчатое балочное волнистое желѣзо***) Таб. 1, черт. 22) имѣетъ по серединѣ подъемъ отъ $^{1}/_{12}$ до $^{1}/_{10}$; оно употребляется для устройства потолковъ между двутавровыми желѣзными балками и кровель.

10) **Обыкновенное или плоское волнистое желѣзо***. Высота волны плоскаго волнистаго желѣза меньше половины ея ширины. Толщина желѣза бываетъ отъ 0,50 mm до 1,25 mm; ширина листовъ составляетъ отъ $25^{1}/_{2}$″ до $37^{1}/_{2}$″ (0,65—0,96 m); длина отъ 6′ 8″ до 10′ (2 до 3 м), смотря по толщинѣ желѣза. Это волнистое желѣзо

*) См. „Приложеніе“.

употребляется какъ кровельный матеріалъ и для устройства стѣнъ и потолковъ.

11) **Проволока** тянется изъ желѣза; она продается кольцами или вѣсомъ. Кольцо вѣсомъ въ 11 фунтовъ раздѣляется на 36 номеровъ. Проволока № 1 имѣетъ поперечникъ въ 0,35″ и № 36 въ 0,01″. Для штукатурки употребляются № 23 и № 24, поперечникомъ въ 0,13″ и 0,14″ и длиною въ 2300′ и 3100′.

12) **Гвозди** должны быть вдвое больше прибиваемаго предмета; они имѣютъ продолговато-прямоугольное, квадратное и круглое поперечное сѣченіе. Всѣ эти сорта получаются въ продажѣ разныхъ размѣровъ.

Въ слѣдующей таблицѣ приведено по „Урочному Положенію" нѣсколько сортовъ гвоздей, наиболѣе употребительныхъ въ строительномъ дѣлѣ.

Таблица разныхъ сортовъ гвоздей.

		Сколько гвоздей считается въ одномъ пудѣ.	Какой вѣсъ имѣетъ 1000 штукъ.
		Штукъ.	Пудовъ.
Корабельныхъ	15 дюймовъ длины . .	35	28,67
	14 „ „ . .	40	25
	13 „ „ . .	45	22,22
	12 „ „ . .	55	18,18
	11 „ „ . .	65	15,38
	10 „ „ . .	75	13,34
	9 „ „ . .	85	11,76
Полукорабельныхъ	8 „ „ . .	100	10
	7 „ „ . .	120	8,35
	6 „ „ . .	150	6,66
Для укрѣпленія башмаковъ на сваяхъ, 4-дюймовой длины . .		240	4,17
Заершенныхъ или закрѣпъ	8 дюймовъ „ . .	60	16,66
	7 „ „ . .	70	14,3
	6 „ „ . .	85	11,76
	5 „ „ . .	100	10
	4 дюйма „ . .	150	6,66
Петельныхъ навѣсныхъ или круглошляпныхъ	8 дюймовъ „ . .	200	5
	7 „ „ . .	250	4
	6 „ „ . .	350	2,86
	5 „ „ . .	500	2
	4 дюйма „ . .	700	1,43
Костылей для укрѣпленія рельсовъ	7 дюймовъ длины . .	60	15,15
Брусковыхъ	10 дюймовъ длины . .	200	5
	9 „ „ . .	250	4
	8 „ „ . .	300	3,33
Брусковыхъ и костыльковыхъ	7 „ „ . .	400	2,5
	6 „ „ . .	560	1,78
	5 „ „ . .	800	1,25
	4 дюйма „ . .	1200	0,83
Костыльковыхъ	3 „ „ . .	2000	0,5
	2 „ „ . .	6000	0,16
	1 дюймъ „ . .	16000	0,062
Тесовыхъ и круглошляпныхъ	7 дюймовъ „ . .	400	2,5
	6 „ „ . .	560	1,78
	5 „ или троетесъ	800	1,25
	4 дюйма или двоетесъ	1200	0,83
	3 „ или однотесъ	2000	0,5
	2 „ „ „	5000	0,2
	1½ „ для толевыхъ кровель.	8000	0,125
Кровельныхъ 3-дюймовыхъ.		3000	0,33
Купорныхъ 2½-дюймовыхъ		4000	0,25
Шпалерныхъ ¼-дюймовыхъ.		30000	0,033
Подковныхъ.		3000	0,33
Гонтовыхъ		4000	0,25
Штукатурныхъ.		13000	0,077

b. *Сталь.* Сталь обладаетъ содержаніемъ углерода отъ 0,4 до 2,3 % и способностью замѣтно закаливаться, т. е. при быстромъ охлажденіи погруженіемъ въ холодную воду, масло и т. п., послѣ нагрѣванія до температуры приблизительно въ 500° Ц. пріобрѣтаетъ значительную твердость и упругость. Твердость стали можетъ быть такая, что она царапаетъ стекло и не поддается напилку.

Различаютъ, смотря по способу выработки, сварочную и литую сталь.

α. *Сварочная сталь.* Сварочная сталь получается въ тѣстовидномъ состояніи, какъ кричная, пудлинговая и цементная, и бываетъ не совершенно свободна отъ шлаковъ.

β. *Литая сталь.* Литая сталь получается, на

подобіе литого желѣза, въ жидкомъ состояніи тремя способами: Бессемера, Томаса и Сименса-Мартена. Шлаковъ въ литой стали нѣтъ.

Такъ-какъ трудно опредѣлить рѣзкую границу, при которой способность закалыванія ковкаго металла становится замѣтною, то можно основывать различіе ковкаго желѣза отъ стали на степени сопротивленія матеріала разрыву, и придаютъ названіе „сталь“ желѣзу, сопротивленіе котораго разрыву равно или больше 4500 kg/cm² (1775 пуд./дм.²).

Вѣсъ одного куб. метра можно принимать среднимъ числомъ въ 7850 kg (1 куб. футъ = 13,54 пуд.).

Упругость. Коэффиціентъ упругости составляетъ среднимъ числомъ 2 200 000 kg/cm² (900 000 пуд./дм.²), а предѣлъ упругости принимается приблизительно 3/5 сопротивленія разрыву, относительно раздробленію.

Спротивленіе литой стали разрыву и раздробленію можетъ приниматься, смотря по твердости ея, отъ 4500 до 6500 kg/cm² (1775 до 2560 пуд./дм.²). Всѣ недостатки, свойственные ковкому желѣзу, встрѣчаются, при тѣхъ же условіяхъ, также у стали.

Сталь рѣдко идетъ на работы гражданскаго строительнаго дѣла; она находитъ примѣненіе преимущественно для отливки подушекъ, башмаковъ и т. п., а въ прокатанномъ видѣ иногда для частей стропильныхъ фермъ большихъ пролетовъ.

Предохраненіе желѣза отъ ржавчины. Образованіе ржавчины представляетъ окисленіе желѣза при присутствіи кислорода, воды и углекислоты. Поэтому средства, имѣющія цѣлью препятствовать образованію ржавчины, должны защищать поверхность желѣза отъ соприкосновенія съ влажнымъ воздухомъ, водою и т. п. Это производится преимущественно при помощи окрасокъ разнаго рода, оцинкованія и искусственнаго окисленія желѣза.

Употребительныя окраски бываютъ слѣдующія.

Масляная окраска. Тщательно, химическимъ или механическимъ путемъ, очищенная поверхность желѣзныхъ частей уже въ мастерской, передъ соединеніемъ между собою, окрашивается вареным льнянымъ масломъ съ примѣсью свинцоваго сурика. Слѣдующія за этою загрунтовкою окраски производятся по составленіи отдѣльныхъ желѣзныхъ частей. Эти окраски состоятъ главнымъ образомъ изъ свинцовыхъ или цинковыхъ бѣлилъ, съ примѣсью произвольной минеральной краски желаемаго оттѣнка.

Смоляная окраска. Желѣзныя части, помѣщаемыя подъ землею или вообще предназначенныя оставаться невидными, снабжаются также смоляною или асфальтовою окраскою. Смола наносится въ горячемъ состояніи на желѣзо. Еще лучшею оказывается окраска, состоящая изъ 8 частей смолы, 1 части скипидара и 8 частей порошкообразной извести.

Цементная окраска. Въ настоящее время съ успѣхомъ примѣняется цементная окраска. Чистый портландскій цементъ наносится въ жидкомъ состояніи на желѣзо и, по отвердѣніи цемента, эта окраска повторяется еще отъ 3 до 5 разъ. Недостатокъ этой окраски заключается въ томъ, что она иногда расслаивается.

Оцинкованіе. Оцинкованіе желѣза принадлежитъ къ самымъ отличнымъ средствамъ, предохранять желѣзо отъ ржавчины. Оцинковываются преимущественно небольшія желѣзныя части и такія бо́льшаго объема, у которыхъ лишь незначительная толщина, какъ-то: гладкое и волнистое листовое желѣзо.

Окраска дурно пристаетъ къ оцинкованному желѣзу, и далѣе приходится избѣгать спаиванія и загибанія послѣдняго, потому что, вслѣдствіе этого, предохранительная цинковая оболочка повреждается.

Искусственное окисленіе желѣза. Въ настоящее время искусственное окисленіе желѣза все болѣе и болѣе находитъ примѣненіе для защиты его отъ ржавчины. Этотъ процессъ состоитъ въ производствѣ оболочки изъ магнитной окиси желѣза, подвергая нагрѣтое желѣзо въ особыхъ печахъ дѣйствію перегрѣтыхъ паровъ. Происходящая отъ этого оболочка отлично пристаетъ къ поверхности желѣза, также и при механической обработкѣ его, и доставляетъ очень хорошую защиту отъ вліяній перемѣнъ въ атмосферѣ и отъ разрушительнаго дѣйствія кислой рудничной воды.

Желѣзныя части предохраняются отъ ржавчины также цѣлесообразнымъ расположеніемъ ихъ при соединеніи. При соединеніи слѣдуетъ избѣгать всѣхъ узкихъ открытыхъ промежутковъ, открытыхъ швовъ и т. п., такъ-какъ въ нихъ накопляется влага, а возобновленіе окраски почти невозможно.

Желѣзо не представляетъ собою огнеупор-

наго строительнаго матеріала, и, поэтому, предохраняютъ, въ случаѣ надобности, желѣзныя части сооруженій отъ непосредственнаго дѣйствія огня, обкладывая ихъ бетономъ (Монье и т. п.), шамотовою массою, кирпичною кладкою или пробковымъ деревомъ.

Относительно поставки желѣзнаго строительнаго матеріала указываемъ на нормальныя техническіе условія, утвержденныя приказомъ министра П. С. отъ 5 іюля 1897, за № 113, и на инструкцію для изготовленія и испытанія нормальныхъ образцовъ металловъ на разрывъ, утвержденную приказомъ министра П. С. отъ 21 марта 1899, за № 48. Оба находятся въ трудѣ Ефимовича „Справочная книга для инженеровъ и техниковъ путей сообщенія на 1900 годъ". Часть I. Стр. 552 и 559.

Постановленій Министерства П. С. относительно допускаемыхъ напряженій въ частяхъ желѣзныхъ стропильныхъ фермъ не существуетъ.

По постановленію Съѣзда Инженеровъ службы пути можно принимать прочное сопротивленіе растяженію и сжатію въ частяхъ стропильныхъ фермъ изъ литого желѣза въ 1000 kg/cm^2 (400 пуд./дм.^{2}), а сопротивленіе перерѣзыванію въ заклепкахъ въ 800 kg/cm^2 (320 пуд./дм.^{2}). Для частей стропильныхъ фермъ изъ сварочнаго желѣза прочное сопротивленіе растяженію и сжатію не должно превышать 900 kg/cm^2 (360 пуд./дм.^{2}) и сопротивленіе перерѣзыванію въ болтахъ и заклепкахъ 720 kg/cm^2 (288 пуд./дм.^{2}).

2. **Цинкъ.** Цинкъ имѣетъ удѣльный вѣсъ 7,1, сѣровато-бѣлый цвѣтъ и серебрянный блескъ; въ холодѣ онъ становится хрупкимъ, а при температурѣ отъ 100° до 150° можно его прокатывать и вытягивать изъ него проволоку. Цинкъ употребляется въ строительномъ дѣлѣ въ видѣ волнистыхъ и плоскихъ листовъ, которые находятъ примѣненіе преимущественно для покрытія крышъ, карнизовъ и подоконниковъ, какъ и для изготовленія кровельныхъ желобовъ и водосточныхъ трубъ.

Остальные металлы, какъ-то: олово, свинецъ, красная мѣдь и др. для строительнаго дѣла маловажны.

Б. Связывающіе матеріалы.

а. Растворы.

Растворы представляютъ вещества, служащія для соединенія въ кладкѣ отдѣльныхъ кирпичей или камней между собою. Они идутъ въ дѣло въ тѣстовидномъ состояніи, а въ продолженіе нѣкотораго времени затвердѣваютъ вслѣдствіе происходящихъ въ нихъ физическихъ и химическихъ процессовъ. Растворы, сверхъ того, употребляются еще для штукатурки стѣнъ и потолковъ, а иногда также для устройства половъ.

Различаютъ известковые, гипсовые и глиняные растворы.

1) **Известковые растворы.** Известковые растворы подраздѣляются на воздушные и гидравлическіе растворы.

α. *Воздушные растворы* отвердѣваютъ только на воздухѣ, а не въ водѣ. Они представляютъ смѣсь изъ обожженной и затѣмъ погашенной углекислой извести, песку и воды.

Обжиганіе углекислой извести. Обжиганіемъ углекислой извести выдѣляется углекислота и остается окись кальція, такъ-называемая ѣдкая, живая известь или кипѣлка. Процессъ при обжиганіи углекислой извести представляется химическою формулою:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2$$

Для добыванія ѣдкой извести оказывается годными всѣ разновидности известняка, содержащія въ себѣ не слишкомъ большое количество постороннихъ примѣсей.

Известь, получаемая обжигомъ чистыхъ разновидностей известняка, называется жирной, а известь, получаемая равнымъ образомъ отъ известняковъ съ посторонними примѣсями (кремнеземнистыми, глинистыми и др.), называется тощей.

Постороннія примѣси имѣютъ большое вліяніе на свойства жженной извести. Известь, добытая изъ довольно чистаго известняка, сильно нагрѣвается при обливаніи водою и образуетъ съ нею жирное тѣсто. По мѣрѣ того, какъ известнякъ по составу приближается къ доломиту, тѣсто, образующееся при обливаніи водою, становится болѣе жидкимъ. При содержаніи 10% магнезіи известь дѣлается замѣтно тощею, а при 25 до 30% магнезіи известь негодна для употребленія.

Изъ извести съ содержаніемъ магнезіи въ 25% на Рижскомъ Цементномъ Заводѣ производится такъ-называемый рижскій романскій цементъ.

Тощая известь часто имѣетъ гидравлическія свойства.

Если обжигъ углекислой извести произошелъ при слишкомъ высокой температурѣ, то получаемая известь гасится весьма медленно, или вовсе не гасится, въ особенности тогда, когда известнякъ содержалъ кремнеземъ или глиноземъ или пришелъ въ прикосновеніе съ золою каменнаго угля, вслѣдствіе чего верхніе слои известняка сплавляются или спекаются. Такая известь носитъ названіе мертвой или пережженной.

Такъ-какъ жженная известь съ жадностью всасываетъ въ себя воду и принимаетъ углекислоту изъ воздуха, при чемъ она затвердѣваетъ, то слѣдуетъ, до употребленія въ дѣло, предохранять ее отъ сырости и влажнаго воздуха; иначе она не остается годною для приготовленія хорошаго раствора. Поэтому жженная известь лучше всего сохраняется въ помѣщеніяхъ, къ которымъ воздуху нѣтъ доступа.

Выгоднѣе всего оказывается, употреблять въ дѣло жженную известь непосредственно послѣ обжига.

Гашеніе жженной извести. Если жженная известь обливается водою, тогда она распадается въ порошокъ, называемый также пушонкою, или превращается въ болѣе или менѣе вязкое тѣсто, смотря по количеству прилитой воды; въ то же время она оказываетъ значительное возвышеніе температуры, выдѣляетъ водяные пары и вспучивается, т. е. увеличивается въ объемѣ. Этотъ процессъ называется гашеніемъ жженной извести.

При гашеніи жженная известь съ водою образуетъ гидратъ окиси кальція по формулѣ:

$$CaO + H_2O = Ca\,(OH)_2.$$

Жирная известь для гашенія требуетъ бóльшаго количества воды, чѣмъ тощая, и увеличивается при этомъ въ объемѣ отъ 2 до $3^1/_2$ разъ. Нужное количество воды лучше всего опредѣляется непосредственнымъ опытомъ. Обыкновенно 1 вѣсовая часть извести требуетъ отъ 3—4 вѣс. частей воды, при чемъ оказывается выгоднымъ, употреблять въ дѣло кипячую воду. Жирная известь обыкновенно гасится въ ящикѣ длиною въ 12′ и шириною въ 6′. Этотъ ящикъ находится непосредственно у ямы, вырытой въ землѣ и имѣющей площадь въ 1 квадратную сажень и глубину до $6^1/_2$′. Стѣнки этой ямы, называемой твориломъ и служащей для сохраненія гашеной извести, устраиваются изъ каменной кладки или онѣ обшиваются досками; дно творила покрывается слоемъ песку. Насыпаютъ жженную известь въ ящикъ до высоты отъ 6″ до 8″ и мало-по-малу поливаютъ ее требуемымъ количествомъ воды, безпрерывно перемѣшивая лопатами образующееся тѣсто. Когда известь погашена, открываютъ отверстіе, находящееся въ узкой стѣнкѣ ящика и затворенное во время гашенія щитомъ, и даютъ гашеной извести втекать въ творило. Здѣсь она можетъ оставаться очень долгое время, при чемъ качество ея улучшается вслѣдствіе дополнительнаго гашенія оставшихся еще непогашенными частицъ извести.

Иногда жирная известь гасится непосредственно въ творилѣ. Для предохраненія отъ доступа воздуха, погашенная известь въ творилахъ посыпается слоемъ песку толщиною не менѣе 7″, а на зиму, для защиты ея отъ дѣйствія мороза, слоемъ толщиною отъ 3′ до 4′.

Полагаютъ, что одинъ объемъ жирной извести для гашенія въ ящикахъ требуетъ отъ 2 до 3 объемовъ воды. Если приливаютъ слишкомъ мало воды, то известь не распускается въ надлежащей мѣрѣ, а вслѣдствіе этого куски спекаются, при чемъ температура возвышается. Этотъ процессъ называется сжиганіемъ извести. Такая известь оказывается негодною для употребленія. Если же воды приливаютъ слишкомъ много, то получается также негодная известь, которая въ такомъ случаѣ называется утопленною.

Известь, погашенная въ творилахъ, идетъ въ дѣло для обыкновенной кладки по прошествіи не менѣе одной недѣли, а для штукатурки, лучше всего, по прошествіи не менѣе 3 недѣль.

Тощая известь гасится поливаніемъ водою или погруженіемъ въ воду. Въ первомъ случаѣ раскладываютъ ее кучами, напр. объемомъ въ 1,5 куб. фута, покрываютъ ихъ слоемъ песку и поливаютъ водою изъ лейки, при чемъ необходимо, закрывать трещины, могущія образоваться въ песчаномъ слоѣ. Во второмъ случаѣ ѣдкая известь разбивается на мелкіе куски приблизительно одинаковой величины, которые кладутся въ плетеныя корзины, погружаемыя на короткое время (3 до 4

минутъ) въ воду. Вынимаютъ известь изъ воды прежде, чѣмъ она распустится. При послѣднемъ способѣ гашенія, известь увеличивается 1½ раза въ объемѣ и получается въ видѣ порошка. Переноска и измѣреніе извести въ такомъ состояніи будутъ гораздо удобнѣе, чѣмъ въ тѣстовидномъ.

Жирная известь также можетъ гаситься только-что указаннымъ образомъ, но въ такомъ случаѣ она, какъ уже было сказано, очень мало увеличивается въ объемѣ, и вслѣдствіе этого, при употребленіи въ дѣло, получается гораздо меньше раствора.

Песокъ, употребляемый на приготовленіе раствора, долженъ быть кварцевый, лучше всего, съ примѣсью 5 до 10% полево-шпатныхъ или гранитныхъ песчинокъ, но безъ примѣсей глины, солей и ила. Содержаніе постороннихъ примѣсей въ 2,6% по вѣсу и 4% по объему имѣетъ уже вредное вліяніе на прочность раствора. Поэтому такой песокъ для приготовленія раствора не годится. Употребляется, лучше всего, смѣсь крупнаго и мелкаго песку, при чемъ мелкія зерна заполняютъ промежутки между крупными. Одинъ мелкій песокъ идетъ на приготовленіе раствора, предназначеннаго для очень гладкой штукатурки. Глинистый песокъ отмучиваніемъ дѣлается годнымъ для приготовленія раствора.

Благодаря примѣси солей, морской песокъ оказывается негоднымъ, отчего и упоребляется исключительно прѣсноводный.

Вода, употребляемая для приготовленія раствора, должна быть по возможности чиста и безъ примѣси солей. Морская вода совсѣмъ не годится для предполагаемой цѣли, такъ-какъ она имѣетъ разрушительное вліяніе на крѣпость и прочность раствора.

Составъ раствора. При приготовленіи раствора слѣдуетъ имѣть въ виду, что количество песку въ немъ зависитъ отъ качества извести и отъ рода употребленія раствора. Известковый растворъ, идущій на кладку, долженъ имѣть большее сопротивленіе, чѣмъ растворъ для штукатурки. Къ жирной извести примѣшиваютъ большее количество песку, чѣмъ къ тощей. Мелкій песокъ требуетъ нѣсколько больше извести, чѣмъ крупный, хрящеватый. Растворъ, подвергающійся большому давленію, допускаетъ большее содержаніе песку. Надлежащій составъ раствора, лучше всего, опредѣляется непосредственнымъ опытомъ. Пустоты между песчинками должны быть заполнены известковымъ тѣстомъ. Сумма пустотъ составляетъ при мелкомъ пескѣ приблизительно 28%, а при крупномъ 35% объема рыхлаго насыпаннаго песка. Слишкомъ мало извести въ составѣ раствора уменьшаетъ связывающую силу его, а слишкомъ большое количество извести, при высыханіи и затвердѣваніи раствора, можетъ быть причиною образованія въ немъ трещинъ. Растворъ обыкновенно долженъ быть средней густоты, но количество воды зависитъ также отъ степени влажности воздуха; при сухой погодѣ растворъ нуждается въ большемъ, а при дождливой въ меньшемъ количествѣ воды.

Смотря по степени жирности извести, 1 объемъ ея требуетъ отъ 1 до 4 объемовъ песку, а именно прибавляютъ къ 1 объему густого известковаго тѣста изъ жирной извести отъ 3 до 4 объемовъ песку, при средней извести отъ 2 до 3 объемовъ песку, а при тощей извести, содержащей магнезію, на то же количество тѣста берется отъ ½ до 2 объемовъ песку, такъ-какъ находящіяся уже въ извести постороннія примѣси играютъ ту же роль, какъ прибавляемый песокъ. При смѣшиваніи извести съ пескомъ, масса получаемаго раствора сгущается, такъ-что напр. 1 объемъ извести*) и 2 объема песку даютъ только 2,4 объема раствора.

Для кладки фундаментовъ берутъ среднимъ числомъ на 1 объемъ жирной извести 4 объема песку.

При отвердѣваніи известковаго раствора гашеная известь ($Ca[OH]_2$) соединяется съ углекислотою воздуха (CO_2) и превращается при этомъ въ углекислую известь (CaO_3C). При этомъ процессѣ растворъ долженъ находиться въ сыромъ состояніи.

Поэтому приходится, предохранять известковый растворъ отъ слишкомъ быстраго высыханія; иначе онъ достигаетъ только незначительной твердости и крѣпости, и иногда даже распадается въ порошокъ. Искусственное высушиваніе оштукатуренной кладки при помощи печей, въ которыхъ сожигается коксъ, оказалось по новѣйшимъ опытамъ выгоднымъ. Сопротивленіе известковаго раствора сжатію и растяженію обусловливается многочисленными обстоятельствами и бываетъ очень различно.

*) Относительно количества получаемаго раствора см.: Вычисленіе потребныхъ матеріаловъ для главнѣйшихъ каменныхъ работъ.

β. *Гидравлическіе растворы* твердѣютъ подъ водою. Смотря по веществамъ, изъ которыхъ они приготовляются, различаютъ гидравлически-извѣстковый, цемяночный, цементный и известково-цементный растворы.

1) **Гидравлически - известковый растворъ** приготовляется изъ тощей гидравлической извести. Количество песку въ немъ зависитъ отъ количествъ глины, кремневой кислоты и магнезіи, содержащихся въ составѣ извести. Встрѣчаются виды тощей извести, которые требуютъ песку не болѣе половины объема извести. Гидравлически-известковый растворъ медленно затвердѣваетъ, но затѣмъ обладаетъ значительною крѣпостью.

2) **Цемяночный растворъ** приготовляется изъ жирной извести съ примѣсью цемяночныхъ веществъ, представляющихъ преимущественно разложенные прокаленіемъ глиноземные силикаты. Цемянками служатъ пуццолана, санторинская земля, трассъ, шлаки, древесная и каменоугольная зола, гончарные черепки, битое стекло, сильно обожженная черепица изъ хорошей глины и толченый кирпичъ и т. п.

Употребляются слѣдующія смѣси:

а. 1 объемъ жирной извести, 1 объемъ толченаго кирпича или другой цемянки и 2 объема песку;

б. 1 объемъ жирной извести, 1 объемъ толченаго кирпича или другой цемянки и 2 объема тощей извести;

в. 3 объема жирной извести, 2 объема толченаго кирпича и 3 объема песку;

г. 1 объемъ жирной извести, 1 объемъ песку и 2 объема просѣянной золы каменнаго или бураго угля или торфа смѣшиваются съ растворомъ растворимаго стекла (на 1 вѣсовую часть принимается 1,5 вѣс. части воды); эта смѣсь даетъ очень прочный растворъ.

3. **Цементные растворы** приготовляются изъ цемента и песку. Цементъ встрѣчается различныхъ сортовъ, изъ которыхъ наиболѣе употребительные— портландскій и романскій цементъ. Изъ другихъ сортовъ назовемъ еще желѣзо-портландскій, рудный и смѣшанный цементъ.

а. *Романскій цементъ,* представляющій продуктъ обжиганія мергельныхъ и доломитовыхъ известняковъ, которые измельчаются механическимъ путемъ въ порошокъ. Обжиганіе сырыхъ матеріаловъ должно производиться ниже предѣла спеканія. При поливаніи водою романскій цементъ лишь незамѣтно нагрѣвается и увеличивается въ объемѣ. Цвѣтъ у него красновато-бурый. Онъ схватывается быстрѣе портландскаго цемента, но пріобрѣтаетъ меньшую крѣпость. Поэтому слѣдуетъ употреблять въ дѣло растворъ изъ романскаго цемента по возможности скорѣе по приготовленіи его.

На кладку въ мокромъ грунтѣ употребляютъ растворъ, въ составъ котораго идутъ 3 объема романскаго цемента и 2 объема песку. Въ обыкновенныхъ случаяхъ примѣшиваются къ романскому цементу отъ 2 до 3 объемовъ песку. Романскій цементъ часто употребляется также на штукатурку, въ какомъ случаѣ растворъ составляется изъ 1 объема романскаго цемента и изъ 4 до 5 объемовъ песку.

Встрѣчается въ продажѣ такъ-называемый рижскій романскій цементъ, который отличается содержаніемъ магнезіи въ 25% и употребляется на кладку стѣнъ надъ поверхностью земли, если требуется скорое высыханіе ихъ. Отношеніе объемовъ цемента къ песку равняется 1:2 до 4.

б. *Портландскій цементъ.* Сырые матеріалы для производства портландскаго цемента представляютъ углекислая известь и глина (кремнекислый глиноземъ). Иногда употребляются вмѣсто глины также другія вещества съ надлежащимъ содержаніемъ кремнекислоты.

Эти матеріалы хорошо смѣшиваются, и изъ полученной смѣси формуются сырцы, которые обжигаются до спеканія и затѣмъ раздробляются въ тонкій порошокъ.

Для достиженія нормальнаго портландскаго цемента количественное отношеніе глины къ извести въ немъ можетъ колебаться только между недалекими предѣлами и должно составлять приблизительно 25:75 по вѣсу.

Слишкомъ значительное содержаніе извести причиняетъ увеличеніе объема цемента при употребленіи его.

Очень рѣдко встрѣчаются въ природѣ камен-

ныя породы, въ которыхъ находятся известковыя и глинистыя вещества въ выше указанномъ количественномъ отношеніи, такъ что при производствѣ портландскаго цемента почти исключительно употребляются искусственныя смѣси.

Относительно химическаго состава портландскихъ цементовъ замѣтимъ, что количество составныхъ частей ихъ по старшимъ анализамъ отъ 1885 года колеблется между слѣдующими предѣлами.

Извести	58,22 — 65,59%
Кремнезема	19,80 — 26,45%
Окиси желѣза	2,19 — 4,47%
Глинозема	4,16 — 9,45%
Магнезіи	до 2,89%
Щелочей	0,19 — 2,83%
Сѣрной кислоты	0,19 — 2,19%
Потери отъ прокаливанія	0,26 — 2,67%
Остатка	0,12 — 1,38%

Въ послѣднія времена химическій составъ нормальныхъ портландскихъ цементовъ нѣсколько измѣнился. Напримѣръ, по анализамъ въ лабораторіи Общества Германскихъ Цементныхъ Заводовъ въ Карльсгорстѣ, количество составныхъ частей многочисленныхъ сортовъ портландскаго цемента колеблется среднимъ числомъ между слѣдующими предѣлами:

Извести	57 — 68%
Кремнезема	19 — 26,5%
Окиси желѣза	слѣды до 5%
Глинозема	4,5 — 10%
Магнезіи	слѣды до 4%
Щелочей	„ „ 2,5%
Сѣрной кислоты	„ „ 2%
Сѣры*)	„ „ 0,3%
Потери отъ прокаливанія	„ „ 6,5%
Остатка	„ „ 2%

Свойства портландскаго цемента. Портландскій цементъ обладаетъ зеленоватымъ или голубовато-сѣрымъ цвѣтомъ.

Если портландскій цементъ затворяется достаточнымъ количествомъ воды, то онъ образуетъ пластичное тѣсто, отвердѣвающее на воздухѣ или подъ водой въ теченіе болѣе или менѣе продолжительнаго времени до твердости камня.

При процессѣ твердѣнія портландскаго цемента различаются два періода, а именно: переходъ изъ мягкаго въ твердое состояніе, называемый „схватываніемъ“ цемента, и окончательное твердѣніе. Время, требуемое для схватыванія, называется „временемъ схватыванія“.

Цементъ называется схватившимся, если онъ отвердѣлъ до такой степени, чтобы онъ могъ сопротивляться легкому нажатію ногтемъ.

Окончательное твердѣніе цемента, чѣмъ онъ достигаетъ очень значительной крѣпости, перестаетъ лишь черезъ нѣсколько лѣтъ.

Самыя важныя качества портландскаго цемента, которыми обуславливается доброкачественность его, суть слѣдующія: химическій составъ, удѣльный вѣсъ, скорость схватыванія, крупность помола и сопротивленіе механическимъ усиліямъ.

При хорошемъ нормальномъ портландскомъ цементѣ эти качества должны удовлетворять опредѣленнымъ условіямъ. Поэтому эти качества подвергаются испытаніямъ, для которыхъ, въ виду важности портландскаго цемента, какъ строительнаго матеріала, выработаны во всѣхъ цивилизованныхъ земляхъ однообразныя нормы, которыя незначительно отклоняются другъ отъ друга.

Послѣдствіемъ этого однобразія требованій относительно качествъ портландскаго цемента и нормъ испытанія ихъ въ настоящее время является во всякомъ отношеніи вполнѣ удовлетворительная однородность матеріала, произведеннаго на извѣстныхъ большихъ цементныхъ заводахъ.

Въ виду этого во многихъ случаяхъ, особенно при поставкѣ небольшихъ количествъ цемента, сложное испытаніе качествъ его оказывается излишнимъ.

Химическій составъ. Химическій составъ портландскаго цемента выше показанъ былъ. Называемое гидравлическимъ модулемъ отношеніе вѣсового количества окиси кальція (CaO) къ суммѣ вѣсовыхъ количествъ крамнезема (SiO_2), глинозема (Al_2O_3) и окиси желѣза (FeO_3) въ портландскомъ цементѣ по русскимъ нормамъ должно быть не меньше 1,7 и не больше 2,2. Количество ангидрида и магнезіи въ готовомъ портландскомъ цементѣ (т.-е послѣ добавленія къ обожженному продукту постороннихъ примѣсей) должно быть: перваго не болѣе $1\frac{3}{4}$%, а второй не болѣе 3%. Примѣсь къ обожженному и измельченному портландскому цементу постороннихъ веществъ допускается не свыше 2% по вѣсу.

Удѣльный вѣсъ. По русскимъ нормамъ

*) Изъ сѣрнистыхъ соединеній.

удѣльный вѣсъ портландскаго цемента долженъ составлять не менѣе $3_{,05}$. Этотъ удѣльный вѣсъ гораздо больше, чѣмъ удѣльный вѣсъ остальныхъ связывающихъ матеріаловъ, за исключеніемъ руднаго цемента.

Поставка портландскаго цемента производится по вѣсу, обыкновенно въ бочкахъ. По русскимъ нормамъ бочки портландскаго цемента должны имѣть однообразный вѣсъ въ 10¼ пуд. (168 kg) нетто (т.-е. за исключеніемъ вѣса бочки) и около 11 пуд. (180 kg) брутто. Поставка портландскаго цемента въ мѣшкахъ допускается только на основаніи особаго уговора. Вѣсъ мѣшковъ долженъ составлять 5¼ пуд. (86 kg). Вѣсъ рыхло насыпаннаго портландскаго цемента очень различенъ, смотря по степени рыхлости.

Такъ какъ количественное отношеніе составныхъ частей раствора и бетона обыкновенно выражается въ объемахъ, то рекомендуется принимать опредѣленную степень рыхлости, при которой вѣсъ 1 куб. фута портландскаго цемента составляетъ приблизительно $2_{,42}$ пуда (1 куб. метръ — 1400 kg).

С к о р о с т ь   с х в а т ы в а н і я. Скорость схватыванія портландскаго цемента различна. Различаются быстро и медленно схватывающіеся портландскіе цементы. Скорость схватыванія цементовъ болѣе всего зависитъ отъ состава и способа производства его. Вообще можно сказать, что портландскіе цементы, богатые глиноземомъ, быстрѣе схватываются, чѣмъ цементы, богатые кремнеземомъ.

Часто искусственнымъ образомъ примѣсью вещества опредѣленнаго качества къ готовому цементу измѣняютъ время схватыванія его. Напримѣръ, для того, чтобы сдѣлать портландскій цементъ болѣе медленно схватывающимся, примѣшиваютъ къ нему, при размолѣ его, до 2% по вѣсу необожженнаго гипса, чѣмъ крѣпость и прочность цемента не уменьшаются.

Родъ растворенія цемента также имѣетъ вліяніе на скорость схватыванія его. Напримѣръ, слишкомъ быстро схватывающіеся цементы сильнымъ промѣшиваніемъ дѣлаются медленно схватывающимися, но при отвердѣваніи не достигаютъ той же самой степени крѣпости, какъ при нормальномъ приготовленіи ихъ.

Процессъ схватыванія цемента зависитъ еще отъ количества воды, употребляемаго для приготовленія раствора, отъ температуры цемента, воды и воздуха и отъ степени влажности послѣдняго. Значительное количество воды замедляетъ, а небольшое ускоряетъ схватываніе цемента. Чѣмъ выше температура цемента и воздуха, тѣмъ быстрѣе цементъ схватывается, между тѣмъ какъ низкія температуры замедляютъ процессъ схватыванія, а, при опредѣленныхъ обстоятельствахъ, морозъ совершенно и продолжительно можетъ прекратить его.

Чѣмъ влажнѣе воздухъ, тѣмъ медленнѣе происходитъ схватываніе цемента.

По русскимъ нормамъ при медленно схватывающемся портландскомъ цементѣ начало схватыванія должно наступать не ранѣе 30 минутъ, считая отъ момента прибавленія воды къ цементу, а конецъ схватыванія — не ранѣе 1 часа и не позже 12 часовъ.

Скорость схватыванія портландскаго цемента непремѣнно слѣдуетъ принимать во вниманіе при употребленіи его, такъ какъ отъ нея зависитъ родъ приготовленія и употребленія его въ дѣло. Портландскій цементъ, при которомъ схватываніе наступило, уже не болѣе можетъ быть употребляемъ въ дѣло, потому что вторичнымъ промѣшиваніемъ водой препятствуется дальнѣйшему схватыванію цемента и, вслѣдствіе этого, онъ не достигаетъ равной крѣпости, какъ въ такомъ случаѣ, если онъ затворенъ былъ правильнымъ образомъ.

По этой причинѣ должны быть приготовляемы только такія количества цементнаго раствора и бетона, которыя удобно могутъ быть употребляемы въ дѣло въ теченіе опредѣленнаго болѣе или менѣе продолжительнаго времени, соотвѣтствующаго времени схватыванія цемента. При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что цементный растворъ и бетонъ, по мѣрѣ количества примѣсей, медленнѣе схватываются, чѣмъ чистый цементъ.

П о с т о я н с т в о   о б ъ е м а. По русскимъ нормамъ растворъ нормальной густоты изъ чистаго портландскаго цемента долженъ обладать постоянствомъ объема, какъ на воздухѣ, такъ и подъ водой, т.-е. лепешки изъ этого раствора, приготовленныя по опредѣленнымъ указаніямъ, при пробѣ ихъ нагрѣваніемъ и въ водѣ (въ теченіе 27 дней) не должны представлять ни искривленій, ни радіальныхъ трещинокъ у краевъ.

Всѣ портландскіе цементы на воздухѣ нѣсколько увеличиваются, а подъ водой уменьшаются

въ объемѣ. Въ началѣ процесса твердѣнія цемента, эти явленія обнаруживаются сильнѣе, но по прошествіи болѣе или менѣе продолжительнаго времени совершенно исчезаютъ. Даже хорошіе цементы, вслѣдствіе измѣненія объема, могутъ показать трещены; но такія трещены вызываются непорядочнымъ обращеніемъ съ цементомъ при употребленіи въ дѣло и послѣ его. Такъ, напримѣръ, трещины легко происходятъ отъ слишкомъ значительной примѣси воды къ раствору, отъ слишкомъ быстраго высыханія при сквозномъ вѣтрѣ и отъ солнечнаго припека.

Такъ называемое разбуханіе, напротивъ того, представляетъ послѣдствіе не подходящаго состава или плохой подготовки сырыхъ матеріаловъ, недостаточнаго обжига сырцевъ или слишкомъ высокаго содержанія гипса, магнезіи, сѣрныхъ соединеній и т. п.

Явленіе разбуханія обыкновенно начинается довольно скоро послѣ употребленія цемента въ дѣло и, при опредѣленныхъ условіяхъ, могутъ быть причиной совершеннаго разрушенія раствора и бетона, приготовленныхъ изъ цемента такого рода.

При портландскихъ цементахъ съ высокимъ содержаніемъ магнезіи увеличеніе объема обыкновенно бываетъ замѣтно не раньше, чѣмъ по прошествіи нѣсколькихъ лѣтъ.

При хорошемъ портландскомъ цементѣ съ незначительнымъ содержаніемъ магнезіи не слѣдуетъ опасаться разбуханія.

Крупность помола. Портландскій цементъ долженъ быть измолотъ по возможности мельче. Чѣмъ мельче зерна цемента, тѣмъ сильнѣе химическое дѣйствіе его. Крупныя зерна играютъ роль песка въ цементномъ растворѣ, такъ какъ они оказываютъ только на поверхности химическое измѣненіе, между тѣмъ какъ внутренность ихъ остается совершенно нетронутой. Но по степени крупности помола нельзя вообще судить о доброкачественности портландскаго цемента, такъ какъ сырцы изъ мелкаго, менѣе хорошаго матеріала, богатаго глиноземомъ, легче размалываются, чѣмъ отличные, твердые, сильно обожженные, требующіе при размалываніи болѣе значительной тщательности. По русскимъ нормамъ постановлены слѣдующія требованія.

При просѣвкѣ высушеннаго цементнаго порошка черезъ два цементныхъ сита количество таковаго, прошедшее черезъ сито въ 4900 отверстій на 1 кв. сант., должно быть не менѣе 50% всего количества по вѣсу, взятаго для просѣвки портландскаго цемента, а количество цементнаго порошка, задержаннаго ситомъ въ 900 отверстій на 1 кв. сант., должно быть не болѣе 15% всего количества.

Толщина проволокъ въ ситахъ должна быть 0,05 mm для сита въ 4900 отверстій на 1 кв. сант., и 0,1 mm для сита въ 900 отверстій на 1 кв. сант. Количество цемента для опредѣленія измола берется сто граммовъ.

Сопротивленіе портландскаго цемента механическимъ усиліямъ. Чистый портландскій цементъ только въ очень рѣдкихъ случаяхъ находитъ примѣненіе на практикѣ.

Преимущественно употребляется растворъ изъ цемента и песку для устройства частей зданій, подвергающихся значительнымъ сжимающимъ усиліямъ. Поэтому важнѣйшее качество такого цементнаго раствора представляетъ сопротивленіе его сжатію.

Въ виду этого оказывается цѣлесообразнѣе всего, подвергать цементный растворъ прямо испытанію на сопротивленіе его сжатію.

Но предполагая, что сопротивленіе цементнаго раствора обусловливается величиной сопротивленія чистаго цемента и что между сопротивленіемъ цемента раздробленію и разрыву существуетъ опредѣленное извѣстное соотношеніе, колебающееся только между неширокими предѣлами, то по русскимъ нормамъ производится испытаніе цемента только на разрывъ. Такимъ же образомъ поступаютъ при испытаніи раствора, состоящаго изъ смѣси цемента и песку.

При приготовленіи образца раствора изъ чистаго цемента вода берется въ количествѣ, соотвѣтствующемъ нормальной густотѣ раствора и измѣняющемся для различныхъ портландскихъ цементовъ обыкновенно въ предѣлахъ отъ 22 до 30% по вѣсу, но бывающемъ довольно постоянно для различныхъ партій портландскаго цемента одного и того же завода въ извѣстной поставкѣ.

По русскимъ нормамъ сопротивленіе раствора изъ чистаго цемента разрыву должно представлять черезъ 7 вней послѣ затворенія раствора не менѣе 20 kg/cm², а черезъ 28 дней послѣ затворенія раствора не менѣе 25 kg/cm².

На основаніи многочисленныхъ опытовъ сопротивленіе чистаго портландскаго цемента не

представляетъ надежнаго масштаба для обсужденія о сопротивленіи раствора и бетона изъ испытаннаго цемента. Цементы, смѣшанные съ пескомъ или входящіе въ составъ бетона, обнаруживаютъ очень различное дѣйствіе. Иногда цементы значительнаго сопротивленія даютъ растворъ или бетонъ незначительнаго сопротивленія и наоборотъ. Причины этого явленія до сихъ поръ еще неизвѣстны, но на основаніи указаннаго факта германскія нормы предписываютъ прямое испытаніе смѣси изъ 1 вѣс. части портландскаго цемента и 3 вѣс. частей нормальнаго песку на разрывъ и раздробленіе. Образцы изъ этого раствора должны оставаться 1 день на влажномъ воздухѣ и 27 дней подъ водой съ температурой отъ 15° до 18° Ц. Тогда должно представлять сопротивленіе разрыву среднимъ числомъ не менѣе 16 kg/cm и сопротивленіе раздробленію не менѣе 160 kg/cm².

Въ какой мѣрѣ сопротивленія различныхъ сортовъ портландскаго цемента отклоняются другъ отъ друга, показываютъ результаты испытанія на опытной станціи въ Лихтерфельдѣ.

Въ слѣдующей таблицѣ составлены результаты испытанія 100 сортовъ портландскаго цемента, подверженныхъ испытанію въ теченіе 1907 года. Въ этой таблицѣ сопротивленія представляютъ среднее число изъ всѣхъ результатовъ испытанія.

Сопротивленіе портландскаго цемента	По прошествіи дней					
	7	28	7	28	7	28
	Сопротивленіе разрыву		Сопротивленіе раздробленію		Отношеніе сопротивленія разрыву къ сопротивленію раздробленію	
	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²	kg/cm²		
Среднее наименьшее	9,9	15	61	126	1: 6,6	1: 7,7
Среднее наибольшее	26,5	31,6	295	474	1:14,3	1:17,5
Среднее среднее . .	17,9	22,5	174	250	1: 9,9	1:11,1

Испытанный растворъ представилъ такъ называемый нормальный растворъ съ пропорціею смѣси 1 : 3 по вѣсу.

Изъ этой таблицы видно, что отношеніе сопротивленія цементнато раствора, и во всякомъ случаѣ также чистаго цемента, разрыву къ сопротивленію раздробленію не постоянно.

в. Желѣзо-портландскій цементъ. Желѣзо-портландскій цементъ представляетъ продуктъ, полученный размоломъ обожженныхъ сырцевъ изъ доменнаго шлака и углекислой извести съ прокаленнымъ раздробленнымъ доменнымъ шлакомъ.

г. Рудный цементъ. Рудный цементъ представляетъ продуктъ, производство котораго похоже на производство портландскаго цемента. Разница между обоими цементами заключается только въ томъ, что въ рудномъ цементѣ глиноземъ замѣненъ окисью желѣза. Такіе цементы по опытамъ лучше сопротивляются дѣйствію морской воды, чѣмъ портландскій цементъ.

д. Смѣшанный цементъ. Смѣшанными цементами называются цементы, которые получаютъ, перемалывая уже готовый портландскій цементъ съ подходящими примѣсями. Если эти примѣси состоятъ изъ чистаго кварцеваго песка, то полученный цементъ носитъ названіе песчаного или кремневаго цемента.

Такіе цементы обходятся дешевле портландскаго цемента, лучше смѣшиваются съ пескомъ и допускаютъ, не въ ущербъ крѣпости раствора, довольно значительную примѣсь песку.

Растворъ изъ портландскаго цемента. Растворъ изъ портландскаго цемента представляетъ смѣсь изъ портландскаго цемента и песка. Пропорція смѣси цементнаго раствора зависитъ отъ различныхъ условій, о которыхъ поговоримъ послѣ.

Относительно требуемыхъ качествъ песка, входящаго въ составъ цементнаго раствора, указываемъ на статью объ известковомъ растворѣ. Замѣтимъ еще, что для приготовленія цементнаго раствора оказывается годнымъ только песокъ такихъ каменныхъ породъ, обладающихъ достаточнымъ сопротивленіемъ для опредѣленной цѣли.

Употребляется для приготовленія цементнаго раствора песокъ разной зернистости, при чемъ величина зеренъ должна быть не больше 7 mm. Мелкій песокъ требуетъ большаго количества воды и цемента, чѣмъ крупный, такъ какъ трудно, равномѣрно перемѣшивать его съ цементомъ. Очень мелкаго песка совершенно слѣдуетъ избѣгать.

При употребленіи мелкаго песка получается растворъ большаго сопротивленія растяженію, между тѣмъ какъ растворъ изъ крупнаго песка обладаетъ бо́льшимъ сопротивленіемъ сжатію.

О вліяніи формы зеренъ песка на сопротивленіе цементнаго раствора мнѣнія строителей не согласны. Одни предпочитаютъ остроугольный песокъ, а другіе—кругловатый. Остроугольный песокъ обнаруживаетъ благопріятное вліяніе на сосопротивленіе раствора растяженію, между тѣмъ

какъ при кругловатой формѣ зерна, при опредѣленныхъ условіяхъ, выходитъ растворъ большаго сопротивленія сжатію. Такъ какъ цементный растворъ почти исключительно употребляется для частей зданій, подверженныхъ сжимающимъ усиліямъ, то для приготовленія его слѣдуетъ предпочитать песокъ такой формы, имѣющей наиболѣе благопріятное вліяніе на сопротивленіе его сжатію. Конечно, песчинки кругловатой формы не должны обладать гладкой поверхностью, потому что шероховатой поверхностью ихъ обезпечивается лучшее замазаніе отдѣльныхъ зеренъ и большее сопротивленіе ихъ сдвиженію.

Въ виду только что сказаннаго будетъ понятно, что нельзя давать опредѣленныя указанія для состава раствора для всѣхъ случаевъ. Цѣлесообразнѣе всего оказывается, при данныхъ условіяхъ опредѣлить пропорцію смѣси цемента и песка на основаніи точныхъ опытовъ.

Количество прибавляемаго къ песку цемента зависитъ отъ объема пустотъ между отдѣльными песчинками.

Объемъ пустотъ опредѣляютъ, наполняя сосудъ извѣстнаго объема пескомъ и затѣмъ наливая воду до тѣхъ поръ, пока не будетъ видна ея поверхность. По количеству налитой воды можно опредѣлить объемъ пустотъ, которыя слѣдуетъ заполнить цементнымъ тѣстомъ.

Для облѣпленія отдѣльныхъ песчинокъ цементомъ найденный объемъ пустотъ увеличивается на 15%. Объемъ пустотъ составляетъ при мелкомъ пескѣ приблизительно 28%, а при крупномъ 35% и больше объема рыхло насыпаннаго песка.

Имѣя въ виду только крѣпость раствора, слѣдуетъ принимать во вниманіе, что количество цемента, прибавляемое къ песку при приготовленіи раствора, обусловливается еще степенью крупности помола цемента. Цементъ крупнаго помола допускаетъ меньшую примѣсь песку, чѣмъ цементъ тонкаго помола, обладающій гораздо болѣе значительной связывающей силой.

Если всѣ пустоты въ пескѣ заполнены цементомъ, то получается совершенно плотный растворъ. Но такъ какъ почти невозможно, перемѣшивать песокъ съ найденнымъ разсчетомъ количествомъ цемента такъ точно, что выходитъ совершенно плотный растворъ, то для достиженія послѣдняго слѣдуетъ еще нѣсколько увеличить количество цемента.

Совершенно плотный цементный растворъ на практикѣ употребляется только въ рѣдкихъ случаяхъ, а особенно тогда, если требуется водонепроницаемость сооруженій.

Обыкновенно оказывается достаточнымъ болѣе или менѣе неплотный пористый растворъ, обладающій также значительной крѣпостью, такъ что на практикѣ встрѣчаются разныя пропорціи смѣси цементнаго раствора. Степень плотности раствора выражается отношеніемъ $\delta = \frac{\text{цементъ}}{\text{объемъ пустотъ}}$

Если $\delta \geq 1$, то растворъ считается плотнымъ, а если $\delta < 1$, то растворъ неплотенъ. Наиболѣе употребительны на пракикѣ—слѣдующія пропорціи смѣси цементнаго раствора.

α. 1 объемъ портландскаго цемента и 4 объема песку—для кладки фундаментовъ и цоколей одноэтажныхъ зданій на сухомъ грунтѣ.

β. 1 объемъ портландскаго цемента и 3 объема песку—для кладки фундаментовъ многоэтажныхъ зданій, подвальныхъ стѣнъ, сводовъ, арокъ, опоръ послѣднихъ и для половъ.

γ. 1 объемъ портландскаго цемента и 2 объема песку—для кладки, обмываемой водою, для кладки плоскихъ и сильно нагруженныхъ сводовъ и арокъ и для штукатурки цоколей и стѣнъ, подвергающихся дѣйствію сырости.

δ. 1 объемъ портландскаго цемента и отъ $1^1/_2$ до 2 объемовъ песку—для бетонныхъ слоевъ подъ фундаментной кладкой при грунтѣ, особенно богатомъ подземными ключами, и для частей зданій, подвергающихся ударамъ и сотрясеніямъ.

При этихъ пропорціяхъ смѣси растворовъ предполагается, что 1 куб. футъ рыхло насыпаннаго цемента вѣситъ 2,42 пуда (1 cbm—1400 kg).

Во Франціи и теперь часто также въ Германіи употребительно опредѣлить количество цемента въ растворѣ по вѣсу, а количество песку по объему. По Кристофу („Желѣзо-бетонъ") въ виду этого пропорціямъ смѣси 1:3, 1:4, 1:5 соотвѣтствуютъ 450 kg. 350 kg, 300 kg цемента на 1 cbm песку, при предположеніи, что 1 cbm рыхло насыпаннаго цемента вѣситъ 1350 kg.

Способъ опредѣленія количества цемента въ растворѣ по вѣсу слѣдуетъ предпочитать опредѣ-

ленію пропорціи смѣси по объему цемента и примѣсей. Отъ послѣдняго способа опредѣленія пропорціи смѣси легко могутъ происходить также недоразумѣнія относительно содержанія цемента въ растворѣ въ процентахъ, какъ это ясно будетъ изъ слѣдующаго.

Содержаніе цемента въ процентахъ въ растворахъ при пропорціяхъ смѣси по объему отъ 1:0 до 1:10 слѣдующее:

Пропорція смѣси	1 : 0;	1 : 1;	1 : 2;	1 : 3;	1 : 4;	1 : 5;	1 : 6;	1 : 7;	1 : 8;	1 : 9;	1 : 10.
Содержаніе цемента	100:	50;	$33\frac{1}{2}$;	25;	20;	$16\frac{2}{3}$;	$14\frac{1}{2}$;	$12\frac{1}{9}$;	$11\frac{1}{9}$;	10;	$9\frac{1}{11}$%.

Изъ этой таблицы видно, что содержаніе цемента въ процентахъ смѣси ниже пропорціи смѣси 1 : 3 только незначительно измѣняется. Этимъ изъясняется, что сопротивленіе тощихъ смѣсей, при впрочемъ равныхъ обстоятельствахъ, мало отклоняется другъ отъ друга.

Вообще можно сказать, что пропорція смѣси не представляетъ совершенно надежнаго масштаба для обсужденія о сопротивленіи цементныхъ растворовъ. Послѣднее зависитъ еще отъ качествъ матеріала и количества ихъ въ кубической единицѣ готоваго раствора или бетона и въ значительной мѣрѣ отъ степени плотности, т. е. отъ содержанія пустотъ въ растворѣ.

Вода. Вода, употребляемая для приготовленія цементнаго раствора, имѣетъ также вліяніе на доброкачественность его въ томъ отношеніи, что опредѣленныя количества и составъ воды могутъ ослаблять силу схватыванія и способность твердѣнія раствора. Вообще можно считать пригодной для приготовленія раствора водопроводную, колодезную и дождевую воду и воду изъ рѣки и озеръ, если въ нихъ вредныхъ примѣсей нѣтъ. Напротивъ того слѣдуетъ избѣгать воды съ значительнымъ содержаніемъ гипса, углекислоты и сѣры и таковой, въ которыхъ находятся гумусовыя вещества. Морская вода также не оказывается годной для приготовленія раствора, такъ какъ въ ней гигроскопическія соли, содержащія сооруженія въ сыромъ состояніи и причиняющія при высыханіи раствора налетъ на поверхности ихъ. Кромѣ того, не употребляется вода изъ фабрикъ и заводовъ, если она содержитъ въ себѣ жиръ и кислоты.

Количество воды, которымъ приготовляется растворъ, зависитъ отъ качествъ составныхъ частей его, отъ степени сырости песка, отъ степени обжига и сырости употребляемыхъ для кладки кирпичей, и если кладка, для производства которой предназначенъ растворъ, должна возводиться изъ другихъ естественныхъ или необожженныхъ искусственныхъ камней, то также отъ степени пористости и сырости этихъ матеріаловъ; наконецъ, количество воды въ растворѣ обусловливается еще характеромъ погоды.

Вообще количество воды при приготовленіи раствора принимается по возможности меньше, потому что при избыткѣ воды получается пористый и менѣе крѣпкій растворъ.

Образцы изъ	Пропорція смѣси			Температура въ °Ц во время		Сопротивленіе раздробленію въ kg/cm² при надписанномъ количествѣ воды въ процентахъ объемовъ цемента и песка												Наиболѣе благопріятное количество воды. %
	цементъ	песокъ	гравій	приготовленія	твердѣнія (среднимъ числомъ)	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	30	35	40	
бетона	1	3,5	7	3	2	48	—	57	—	56	—	40	—	28	24	—	—	13 до 14
	1	3	6	7	10	—	—	65	67	71	65	60	44	41	—	—	—	15
	1	2	4	2	3	52	—	110	—	122	—	98	—	60	46	—	—	15
	1	2	4	4	9	—	—	59	77	110	127	117	—	114	94	68	46	18
	1	2	4	10	17	—	31	59	63	73	81	119	138	—	—	—	—	—
	1	2	2	4	9	—	—	134	148	158	172	148	—	—	—	—	—	17
раствора	1	3	—	12	15	—	—	86	94	111	115	80	66	67	—	—	—	14
	1	2	—	4	9	—	—	156	181	192	172	142	—	—	—	—	—	15
	1	1	—	14	18	—	—	124	—	132	—	156	—	140	136	—	—	21
	1	2/3	—	20	18	—	—	142	—	190	—	197	—	203	215	—	169	30
	1	1/3	—	10	11	23	—	77	—	119	—	197	—	222	264	172	176	30

Растворъ, предназначенный для уплотненія трамбованіемъ, требуетъ столько воды, что она представляетъ разсыпчатую сыроватую массу, подобную на сырую свѣже выкопанную огородную землю.

Для кладки употребляется болѣе пластичный растворъ, лучше поддающійся обработкѣ.

Изъ только что сказаннаго будетъ понятно, что нельзя давать для всѣхъ случаевъ практики точныя данныя для опредѣленія нужнаго количества воды въ растворѣ. Рекомендуется, опредѣлить это количество непосредственнымъ опытомъ, принимая при этомъ въ разсчетъ всѣ особыя обстоятельства настоящаго частнаго случая.

Среднимъ числомъ можно принимать для цементнаго раствора, предназначеннаго для производства кладки, 22% сухой массы цемента и песка по объему. При опредѣленныхъ условіяхъ не рѣдко слѣдуетъ значительно отклонить отъ этого числа.

Если слѣдуетъ принимать во вниманіе одно лишь наибольшее сопротивленіе раствора сжатію, а не степень пластичности его, то при опредѣленіи количества воды въ растворѣ можно пользоваться слѣдующей таблицей, составленной по опытамъ Brabandt'a.

Въ этой таблицѣ (стр. 35) составлены также сюда относящіеся результаты опытовъ для бетона.

Сопротивленіе цементнаго раствора. Сопротивленіе цементнаго раствора зависитъ отъ многочисленныхъ обстоятельствъ, изъ которыхъ приведемъ слѣдующія: качества цемента, песка и воды, количество воды, пропорція смѣси, степень плотности и родъ приготовленія. Понятно, что, въ виду указанныхъ многочисленныхъ условій, результаты испытанія сопротивленія цементнаго раствора очень различны. Надежнѣе всего оказывается, по крайней мѣрѣ для важныхъ построекъ, установить требуемое сопротивленіе раствора и опытомъ опредѣлить надлежащую пропорцію смѣси изъ имѣющихся въ распоряженіи матеріаловъ и нужное количество воды, удовлетворяющія установленнымъ требованіямъ.

Изъ сопротивленія цемента не можно заключить на сопротивленіе раствора, въ составъ котораго онъ входитъ. Это также доказываютъ результаты испытанія на опытной станціи въ Лихтерфельде, составленные въ слѣдующей таблицы.

Испытаніе образцевъ произведено было по прошествіи 28 дней послѣ затворенія цемента и приготовленія раствора.

Образецъ №	Сопротивленіе разрыву kg/cm²		Сопротивленіе раздробленію kg/cm²	
	цемента	раствора 1:3	цемента	раствора 1:3
1	35,2	18,7	267	152
2	41,4	17,3	300	167
3	39,6	15,9	365	209
4	47,4	24,5	378	218
5	62,0	27,0	380	277
6	39,5	18,5	387	211
7	38,8	15,5	397	233
8	50,2	26,4	450	288
9	51,4	16,8	454	218
10	54,6	20,6	468	231
11	42,0	15,4	468	232
12	43,0	15,8	474	252
13	43,7	23,7	476	255
14	56,7	22,6	525	271
15	62,9	26,1	549	249
16	59,1	23,6	545	265
17	64,0	26,8	615	311
18	62,9	27,8	616	298
19	64,3	22,6	674	290
20	77,8	30,5	890	412

Указываемъ на весьма значительное сопротивленіе послѣднихъ номеровъ образцевъ. Такіе отличные сорта портландскаго цемента, конечно, обходятся очень дорого, но во многихъ случаяхъ употребленіе ихъ окупается тѣмъ, что они допускаютъ большее количество приимѣсей.

Въ слѣдующей таблицѣ составлены результаты испытанія различныхъ растворовъ, произведеннаго покойнымъ директоромъ Рижскаго Цементнаго Завода Берманомъ.

Растворы.	Сопротивленіе раздробленію по прошествіи							
	1	2	4	13	26	52	104	недѣль.
1. Известковый растворъ (1 ч. изв., 2 ч. песку)	4	4	6	10	16	24	64	kg/cm²
2. Романскій цементъ (1 ч. цем., 3 ч. песку)	12	20	28	28	32	58	80	„
3. 2/3 ч. ром. цем., 1/3 ч. портл. цем. и 3 ч. песку. ..	40	52	68	80	92	124	188	„
4. 1/2 ч. ром. цем., 1/2 ч. портл. цем. и 3 ч. песку ...	66	80	90	100	140	190	224	„
5. Портландскій цементъ (1 ч. цем., 3 ч. песку).....	112	142	150	185	232	260	340	
6. Портландскій цементъ (1 ч. цем., 7 ч. песку).....	24	38	50	64	92	128	200	

Пробныя тѣла представили кубикъ со стороною въ 7 cm.

По русскимъ нормамъ сопротивленіе нормальнаго цементнаго раствора разрыву должно представлять черезъ 7 дней послѣ затворенія раствора не менѣе 7 kg/cm^2 и черезъ 28 дней послѣ затворенія раствора не менѣе 10 kg/cm^2.

Нормальный растворъ приготовляется изъ 1 части портландскаго цемента и 3 частей нормальнаго песку по вѣсу.

Песокъ долженъ быть кварцевый и промытый, просѣянный черезъ три сита въ 64, 144 и 225 отверстій на 1 cm^2. Полученные отъ просѣвки черезъ сита въ 144 и 225 отверстій остатки, смѣшанные между собою поровну, составляютъ выше упомянутый нормальный песокъ. Толщина проволоки въ пересочныхъ ситахъ должна быть 0,4 mm для сита въ 64 отверстія и 0,3 mm для сита въ 144 отверстія.

Выходъ цементнаго раствора. Выходомъ раствора называется количество раствора, получаемое смѣшеніемъ между собою составныхъ частей его, т.-е. цемента, песка и поды.

Выходъ раствора зависитъ отъ объема цементнаго тѣста, получаемаго при затвореніи цемента водой, отъ количества воды и отъ объема пустотъ въ пескѣ.

Съ достаточной точностью можно принимать выходъ цементнаго раствора при 16% воды въ 73% и при 25% воды въ 75% объема сухой смѣси изъ цемента и песка.

Выходъ раствора при 16% воды = 73%

Пропорція смѣси	Въ объемахъ				На 1 объемъ раствора		
	цементъ	песокъ	вода	выходъ раствора	цементъ	песокъ	вода
1:1	1	1	0,32	1,46	0,685	0,685	0,22
1:2	1	2	0,48	2,19	0,457	0,913	0,22
1:2½	1	2½	0,56	2,56	0,391	0,980	0,22
1:3	1	3	0,64	2,92	0,342	1,028	0,22
1:4	1	4	0,80	3,65	0,274	1,096	0,22
1:5	1	5	0,96	4,38	0,229	1,141	0,22
1:6	1	6	1,12	5,11	0,195	1,275	0,22

Выходъ раствора при 25% воды = 75%

Пропорція смѣси	Въ объемахъ				На 1 объемъ раствора		
	цементъ	песокъ	вода	выходъ раствора	цементъ	песокъ	вода
1:1	1	1	0, 5	1,50	0,666	0,666	0,23
1:2	1	2	0,75	2,25	0,444	0,888	0,23
1:2½	1	2½	0,88	2,63	0,380	0,950	0,23
1:3	1	3	1,00	3,00	0,333	0,999	0,23
1:4	1	4	1,25	3,75	0,266	1,064	0,23
1:5	1	5	1,50	4,50	0,222	1,110	0,23
1:6	1	6	1,75	5,25	0,190	1,140	0,23

Къ жирнымъ смѣсямъ 1 : 1 и 1 : 2 можно прибавить нѣсколько больше воды.

Приготовленіе цементнаго раствора. Приготовленіе цементнаго раствора производится ручнымъ способомъ или механическимъ путемъ.

Приготовленіе раствора ручнымъ способомъ бываетъ употребительно тамъ, гдѣ употребляется въ дѣло ежедневно только относительно небольшое количество его, и неизбѣжно въ странахъ, гдѣ не имѣется въ распоряженіи машинъ для приготовленія раствора.

Приготовленіе раствора ручнымъ способомъ производится слѣдующимъ образомъ.

Вблизи мѣста постройки устраиваютъ платформу изъ гладко обструганныхъ досокъ. На эту платформу насыпаютъ опредѣленное количество совершенно сухого песка слоемъ равной толщины и на этомъ опредѣленное количество цемента, соотвѣтствующее требуемой пропорціи смѣси, также слоемъ равной толщины. Эта масса тщательно перемѣшивается лопатами или граблями въ сухомъ видѣ до тѣхъ поръ, пока не будетъ незамѣтенъ чистый цементъ и вся смѣсь не покажетъ равномѣрный сѣроватый цвѣтъ. Затѣмъ прибавляется требуемое количество воды и смѣсь еще разъ тщательно перемѣшивается.

Для полученія хорошаго раствора слѣдуетъ приготовить за разъ только небольшія количества его, немедленно употребляемыя въ дѣло, потому что непосредственно послѣ поливки водой начинается схватываніе цемента.

О приготовленіи цементнаго раствора механическимъ путемъ не поговоримъ. Встрѣчаются на практикѣ для этой цѣли многочисленныя машины.

Цементный растворъ въ различныхъ пропорцiяхъ смѣси употребляется для сооруженiй, отъ которыхъ требуется значительная прочность, долговѣчность, водонепроницаемость и т. д.

Съ выгодой употребляется цементный растворъ также для обыкновенныхъ гражданскихъ построекъ, если требуется скорое высыханiе ихъ. Это изъясняется тѣмъ, что вода въ цементномъ растворѣ, при процессѣ твердѣнiя его, входитъ въ составъ химическихъ соединенiй, если количество ея не превосходитъ опредѣленной мѣры.

Цементный растворъ въ первые дни послѣ употребленiя въ дѣло долженъ быть предохраненъ отъ слишкомъ быстраго высыханiя; иначе онъ достигаетъ меньшей крѣпости. Слишкомъ быстрому высыханiю цементнаго раствора препятствуется поливкой его водой, покрытiемъ сырой соломой или сырыми рогожами и защитой отъ солнечнаго припека и сквозного вѣтра.

Каменные матерiалы передъ употребленiемъ на кладку изъ цементнаго раствора непремѣнно должны быть смачиваемы водой.

Бетонъ. Общiя замѣчанiя. Бетонъ представляетъ смѣсь изъ какого-нибудь связывающаго вещества, песка и гравiя или щебня. Существенной разницы между бетономъ и растворомъ не имѣется. Вообще подразумѣвается подъ растворомъ смѣси изъ какихъ-нибудь связывающихъ веществъ и болѣе или менѣе мелкозернистыхъ примѣсей, а подъ бетономъ — смѣси изъ связывающихъ веществъ и мелкозернистыхъ и крупныхъ примѣсей.

Или точнѣе, растворъ представляетъ составъ изъ болѣе или менѣе крупныхъ песчинокъ, пустоты котораго заполнены сперва пластичнымъ, а затѣмъ отвердѣвающимъ связывающимъ веществомъ, между тѣмъ какъ бетономъ называется остовъ изъ болѣе или менѣе крупнаго гравiя или щебня, пустоты котораго заполнены сперва пластичнымъ, а затѣмъ отвердѣвающимъ растворомъ.

При приготовленiи бетона не всегда смѣшивается гравiй или щебень съ уже готовымъ растворомъ; часто, особенно тогда, если употребляется для бетона гравелистый песокъ, въ которомъ уже находятся мелкозернистыя составныя части для приготовленiя раствора и кромѣ того крупныя зерна, связывающее вещество непосредственно смѣшивается съ примѣсями.

Смотря по роду связывающаго вещества различаютъ цементный, известковый или воздушный, известково-цементный, гипсовый, асфальтовый и другiе бетоны, по роду крупныхъ примѣсей — гравелистый, щебеночный, шлаковый, пемзовый, кирпичный и другiе бетоны и по способу употребленiя въ дѣло — трамбованный и литой бетоны.

Трамбованный бетонъ уплотняется въ формахъ ударами трамбовокъ, между тѣмъ какъ литой бетонъ просто наливается или насыпается въ подготовленныя для него формы.

Въ слѣдующемъ будемъ заниматься исключительно бетономъ, связывающее вещество котораго представляетъ портландскiй цементъ.

Цементный бетонъ находитъ примѣненiе преимущественно для частей сооруженiй, находящихся въ сырыхъ мѣстахъ или цѣликомъ подъ водой, напримѣръ для фундаментовъ, водонепроницаемыхъ стѣнъ, половъ и т. п., кромѣ того для устройства частей зданiй, не подвергающихся дѣйствiю сырости, но для которыхъ по какимъ-либо причинамъ употребленiе бетона оказывается выгоднымъ, и въ настоящее время въ превосходной мѣрѣ для желѣзобетонныхъ сооруженiй.

О бетонѣ, употребляемомъ для устройства желѣзо-бетонныхъ сооруженiй, поговоримъ въ сюда относящейся главѣ.

Составныя части цементнаго бетона. О портландскомъ цементѣ и пескѣ уже поговорено было въ предыдущихъ статьяхъ. Поэтому слѣдуетъ только еще ознакомиться качествами гравiя и щебня, какъ примѣсей бетона.

Отдѣльные камешки гравiя или щебня въ трамбованномъ бетонѣ могутъ обладать относительно значительными размѣрами. Величина камешковъ гравiя можетъ приниматься поперечникомъ до 2″ (5 cm), между тѣмъ какъ при щебнѣ допускаются куски, еще проходящiе черезъ круглое отверстiе поперечникомъ отъ 2″ до $2\frac{4}{5}$″ (5 до 7 cm) или черезъ квадратное отверстiе отъ 2″ до $2\frac{2}{5}$″ (5 до 6 cm).

Такъ-какъ цѣлая поверхность менѣе крупныхъ примѣсей больше, чѣмъ цѣлая поверхность болѣе крупныхъ, а при приготовленiи бетона цѣлая поверхность каменныхъ примѣсей должны быть облѣплены растворомъ, то гравiй или щебень меньшей крупности требуетъ для достиженiя равной доброкачественности бетона больше рствора.

Бетонъ изъ крупнаго гравiя или щебня обладаетъ бо́льшимъ сопротивленiемъ сжатiю, а бетонъ

изъ мелкаго гравія и щебня— бóльшимъ сопротивленіемъ растяженію.

Для приготовленія очень плотнаго бетона рекомендуется, употреблять гравій или щебень разной зернистости до самаго мелкаго песка, чѣмъ пустоты между частицами примѣсей отлично заполняются.

Относительно вліянія формы отдѣльныхъ камешковъ на качества бетона произведено было до сихъ поръ еще очень мало опытовъ; но кажется, что это вліяніе довольно незначительно. Въ самомъ дѣлѣ угловатая форма примѣсей обнаруживаетъ благопріятное вліяніе на сопротивленіе бетона растяженію; но такъ какъ бетонъ находитъ примѣненіе исключительно для сооруженій, подвергающихся сжимающимъ усиліямъ, то слѣдуетъ предпочитать примѣси такой формы, придающія бетону большее сопротивленіе сжатію.

Круглая форма примѣсей облегчаетъ перемѣшиваніе и трамбованіе бетона.

Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ предпочитать гравій и щебень съ шероховатой поверхностью, чѣмъ достигается болѣе тѣсное облѣпленіе отдѣльныхъ камешковъ растворомъ и большее сопротивленіе ихъ сдвиженію.

Гравій и щебень должны быть свободны отъ грязи, пыли, илеватыхъ и землистыхъ примѣсей, препятствующихъ тѣсному облѣпленію отдѣльныхъ камешковъ растворомъ.

Употребляютъ для приготовленія бетона щебень всевозможныхъ каменныхъ породъ, за исключеніемъ таковыхъ, которыя обладаютъ слишкомъ значительной способностью, всасывать въ себя воду, и стекловидныхъ породъ, которыя вообще не всасываютъ въ себя воды и, поэтому, не въ достаточной мѣрѣ связываются съ растворомъ. Къ послѣднимъ породамъ причисляются трахитъ, лава и др.

Щебень изъ известняка допускается для приготовленія только такого бетона, употребляемаго для частей сооруженій, не подвергающихся дѣйствію огня и вообще очень высокихъ температуръ. При нагрѣваніи известнякъ переходитъ въ известь (CaO) и теряетъ сопротивленіе механическимъ усиліямъ.

Если это допускается требуемымъ сопротивленіемъ бетона, то для приготовленія его можно употреблять также щебень изъ хорошо обожженнаго кирпича, немзы и шлака. При употребленіи послѣднихъ породъ получается бетонъ меньшаго вѣса.

Исключены изъ употребленія для приготовленія бетона—примѣси, въ которыхъ находится сѣра.

Вѣсъ примѣсей также играетъ роль при выборѣ щебня, такъ какъ для нѣкоторыхъ сооруженій требуется значительная устойчивость, способствующаяся употребляемымъ для нихъ бетономъ значительнаго собственнаго вѣса, между тѣмъ какъ для устройства потолковъ, для уменьшенія нагрузки ихъ и т. п., оказывается очень желательнымъ легкій бетонъ. Конечно, послѣдній всегда долженъ обладать достаточнымъ сопротивленіемъ дѣйствующимъ силамъ.

Вообще сопротивленіе отдѣльныхъ камешковъ гравія или щебня во всякомъ случаѣ должно быть по крайней мѣрѣ не меньше сопротивленія уже отвердѣвшаго раствора въ бетонѣ. Иначе употребленіе драгоцѣннаго портландскаго цемента представляетъ излишную затрату матеріала.

Такъ какъ вблизи мѣста постройки часто не имѣется подходящихъ каменныхъ матеріаловъ для приготовленія бетона, а доставка ихъ изъ далека требуетъ значительныхъ издержекъ, то принуждены приготовлять бетонъ изъ матеріала, имѣющагося въ распоряженіи. Въ такомъ случаѣ слѣдуетъ опытами опредѣлить подходящую смѣсь, удовлетворяющую настоящимъ требованіямъ.

Вода. Вода, употребляемая для приготовленія бетона, должна удовлетворять тѣмъ же самымъ требованіямъ, какъ вода для приготовленія раствора. Въ виду этого указываемъ на сюда относящую стаью.

Смотря по количеству воды, употребляемому для приготовленія бетона, послѣдній представляетъ болѣе или менѣе пластичную массу. Нельзя давать для каждаго отдѣльнаго случая надежныя данныя для опредѣленія нужнаго количества воды въ бетонѣ. Это количество зависитъ отъ назначенія отвердѣвшаго бетона, отъ степени жирности смѣси и способа употребленія бетона.

Для достиженія равной густости жирныя смѣси требуютъ болѣе воды, чѣмъ тощія, смѣси изъ быстро схватывающагося цемента—болѣе, чѣмъ смѣси изъ медленно схватывающагося, мелкозернистыя примѣси—болѣе, чѣмъ крупнозернистыя, примѣси равной зернистости—болѣе, чѣмъ таковыя разной зернистости, пористый щебень—болѣе, чѣмъ плотный и т. д. Кромѣ того, при опредѣленіи количества воды въ бетонѣ слѣдуетъ еще принимать во

вниманіе температуру воздуха и погоду. Изъ этого будетъ ясно, что нужное количество воды въ бетонѣ лучше всего опредѣляется непосредственнымъ опытомъ.

При этомъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что трамбованный бетонъ долженъ оказывать видъ сырой земли, такъ что только послѣ продолжительнаго трамбованія вода появляется на поверхности бетона. Въ этомъ случаѣ можно принимать количество воды въ 8% объема сухой смѣси бетона.

Для желѣзо-бетонныхъ сооруженій бетонъ долженъ представлять пластичную массу, которая прямо еще сохраняетъ свою форму на лопатѣ и не стекаетъ съ нея. Для достиженія такой степени пластичности рекомендуется брать количество воды въ 15% объема сухой массы бетона. Литой бетонъ приготовляется въ мягкомъ состояніи, для чего требуется большее количество воды чѣмъ въ 15%. Слишкомъ большое количество воды уменьшаетъ сопротивленіе бетона.

Пропорціи смѣси. Положимъ, что подъ пропорціею смѣси бетона подразумѣвается отношеніе количества цемента къ количеству всѣхъ примѣсей по объему, такъ что, напримѣръ, бетонъ съ пропорціею смѣси въ 1 : 6 представляетъ смѣсь изъ 1 объема цемента и 6 объемовъ песку и гравія или щебня. Въ случаѣ надобности можно еще подробно опредѣлить отношеніе количества песку къ количеству гравія или щебня въ бетонѣ. При разной зернистости гравія или щебня количество ихъ можетъ быть принимаемо больше, чѣмъ при равной зернистости этихъ матеріаловъ. Иногда встрѣчается въ природѣ подходящая смѣсь гравія отъ самаго мелкаго до крупнаго зерна, изъ которой прямо можно приготовлять бетонъ.

Для точнаго опредѣленія пропорціи смѣси бетона изъ данныхъ каменныхъ матеріаловъ необходимо, знать объемъ пустотъ въ нихъ, которыя должны быть заполнены растворомъ. Объемъ пустотъ опредѣляютъ, заполняя сосудъ извѣстной емкости гравіемъ или щебнемъ, совершенно насыщеннымъ водой, и наливая въ этотъ сосудъ столько воды, сколько онъ еще принимаетъ. Тогда объемъ налитой воды представляетъ объемъ пустотъ и одновременно количество раствора, требуемое для заполненія ихъ. Объемъ пустотъ въ гравіи или щебнѣ составляетъ отъ 40 до 50% цѣлаго объема этихъ матеріаловъ. Къ найденному количеству раствора прибавляется еще 15% для облѣпленія отдѣльныхъ камешковъ гравія или щебня. Если пустоты не вполнѣ заполнены растворомъ, то получается неплотный бетонъ, оказывающій для многихъ случаевъ еще достаточную крѣпость.

Гдѣ требуется плотный бетонъ, какъ, напримѣръ для водонепроницаемыхъ частей сооруженій и для сооруженій подъ водой, необходимо употреблять въ дѣло жирный бетонъ.

Нельзя для всѣхъ случаевъ на практикѣ давать точныя указанія для пропорціи смѣси бетона. Если слѣдуетъ употреблять въ дѣло значительное количество бетона, то рекомендуется посредствомъ имѣющихся въ распоряженіи матеріаловъ непосредственнымъ опытомъ опредѣлить подходящую смѣсь, удовлетворяющую всѣмъ требованіямъ для настоящаго случая.

Наиболѣе употребительныя пропорціи смѣси бетона, встрѣчающіяся въ обыкновенныхъ случаяхъ практики, составлены въ слѣдующей таблицѣ.

Цементъ	Песокъ	Щебень	Цементъ	Песокъ	Гравій
1	2	4	1	2	5
1	3	5—6	1	3	6,5
1	4	8	1	4	8,5

Пропорціи смѣси бетона желѣзо-бетонныхъ сооруженій приведены въ сюда относящейся главѣ.

Выходъ бетона. Если объемъ пустотъ въ гравіи или щебнѣ извѣстенъ и требуемое для заполненія ихъ количество раствора опредѣлено, то можно разсчитать выходъ бетона, на который, конечно, количество воды, употребленное для приготовленія бетона, имѣетъ еще нѣкоторое вліяніе.

По Schumann'у и Busing'у „Der Portland-zement und seine Anwendung" въ таблицѣ (стр 41) составленъ выходъ порядочно приготовленнаго бетона при различныхъ пропорціяхъ смѣси.

Необходимо, прибавить къ количеству песку, гравія и щебня еще 10 до 15% на утрату.

Сопротивленіе бетона. Сопротивленіе бетона зависитъ отъ качества цемента и примѣсей, отъ количества воды и т. д. и въ значительной мѣрѣ отъ тщательности приготовленія бетона и производства работы при употребленіи его въ дѣло. Въ виду этого результаты испытанія сопротивленія бетона равной пропорціи смѣси значительно отклоняются другъ отъ друга.

Пропорція смѣси	Въ объемахъ					Проценты	На 1 объемъ бетона требуется въ объемахъ			
	Цементъ	Песокъ	Гравій	Щебень	Выходъ		Цементъ	Песокъ	Гравій	Щебень
1:6	1	2	4		4,40	63	0,227	0,45	0,9	
1:9	1	3	6		6,65	65,5	0,150	0,45	0,9	
1:12	1	4	8		8,85	68	0,113	0,45	0,9	
1:15	1	5	10		11,25	70	0,900	0,45	0,9	
1:5	1	2		3	3,55	59	0,282	0,60		0,9
1:7½	1	3		4½	5,00	59	0,200	0,60		0,9
1:10	1	4		6	6,50	59	0,154	0,60		0,9
1:12½	1	5		7½	8,35	62	0,120	0,60		0,9

При средней доброкачественности цемента и примѣсей и при тщательномъ приготовленіи и употребленіи бетона въ дѣло можно предполагать, что трамбованный бетонъ по прошествіи 28 дней представляетъ слѣдующее сопротивленіе раздробленію.

Пропорція смѣси:	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 6	1 : 7	1 : 8	1 : 10	1 : 12
	Предѣльныя значенія.							
Сопротивленіе раздробленію въ kg/cm²	300 до 400	230 до 300	180 до 250	130 до 200	100 до 150	70 до 120	50 до 100	50 до 80
Среднее сопротивленіе раздробленію въ kg/cm²	350	260	200	150	120	100	80	60

Приготовленіе бетона*). Для полученія хорошаго, крѣпкаго бетона необходимо, производить приготовленіе его очень тщательно. Ручнымъ способомъ труднѣе достигать этого, чѣмъ машинами, устроенными многообразнаго вида для этой цѣли. Поэтому рекомендуется въ такихъ случаяхъ, гдѣ требуются значительныя количества бетона, приготовлять его машиннымъ способомъ. Большія издержки на этотъ способъ приготовленія окупаются лучшими качествами получаемаго бетона, смѣсь котораго, въ виду этого, нерѣдко можетъ быть принимаема менѣе жирной.

Описаніе различныхъ машинъ для приготовленія бетона превосходитъ предѣлы настоящаго труда.

Приготовленіе бетона ручнымъ способомъ, предназначеннаго для трамбованія, производятъ на особой досчатой платформѣ, предварительно перемѣшивая цементъ въ сухомъ видѣ съ пескомъ, а затѣмъ прибавляютъ столько воды, пока растворъ не покажетъ видъ сырой земли. Тщательно перемѣшавъ растворъ, насыпаетъ на него равномѣрнымъ слоемъ требуемое количество гравія или щебня, предварительно промытаго и смоченнаго водой. Затѣмъ перемѣшиваютъ всю массу лопатами, пока отдѣльные камешки гравія или щебня не будутъ совершенно облѣплены растворомъ.

Для повѣрки прибавляемаго количества воды послѣднее на основаніи извѣстныхъ данныхъ приблизительно опредѣляется предварительнымъ разсчетомъ.

Бетонъ приготовляется только въ такихъ количествахъ, которыя могутъ быть употребляемы въ дѣло въ теченіе короткаго времени, соотвѣтствующаго времени схватыванія цемента.

При приготовленіи известково-цементнаго бетона разбавляютъ известковое тѣсто съ нужнымъ количествомъ воды, примѣшиваютъ къ нему це-

*) См. главу: „Части зданій изъ желѣзо-бетона“.

ментъ и затѣмъ песокъ. Тщательно перемѣшавъ всю массу, прибавляютъ выше описаннымъ образомъ гравій или щебень. Или примѣшиваютъ къ сухой смѣси изъ цемента и песка разбавленное водой известковое тѣсто и поступаютъ дальше уже извѣстнымъ образомъ.

4) **Известково-цементный растворъ.** Въ настоящее время вниманіе техниковъ все болѣе и болѣе обращается на известково-цементный растворъ, отличающійся отъ простого известковаго раствора замѣчательными свойствами.

Примѣшивая портландскій цементъ къ известковому раствору, придаютъ послѣднему бóльшую прочность и болѣе быстрое схватываніе; прибавленіемъ же незначительныхъ количествъ извести къ тощему цементному раствору сообщаютъ послѣднему нужную пластичность и удобство обращенія съ нимъ и, кромѣ того, увеличивается еще его плотность, сопротивленіе сжатію и сила прилипанія къ камнямъ.

Во всѣхъ известково-цементныхъ растворахъ известь непремѣнно должна быть хорошо погашена.

Известково-цементные растворы могутъ замѣнять гидравлическіе растворы и обходятся обыкновенно дешевле послѣднихъ.

Известь, входящая въ составъ известково-цементнаго раствора, можетъ быть тощая или гидравлическая, въ видѣ порошка, или жирная, употребляемая въ тѣстовидномъ состояніи. Само собою разумѣется, что качества сложнаго раствора обусловливаются качествами извести, примѣшанной къ нему.

Встрѣчаются на практикѣ слѣдующія пропорціи смѣси, причемъ предполагаются объемныя части и портландскій цементъ.

Цементъ: известь: песокъ	= 1 : $1\frac{1}{2}$:	5—6
„ „ „	= 1 : 1 :	7—9
„ „ „	= 1 : $1\frac{1}{2}$:	7—9
„ „ „	= 1 : 2 :	8—10
„ „ „	= 1 : 3 :	10—12

Для свободно стоящихъ дымовыхъ трубъ, проф. Лангъ рекомендуетъ слѣдующіе смѣси:

Для кладки нижней половины стержня:
цементъ: известь: песокъ = 1 : $2\frac{1}{2}$: 8,
для кладки верхней половины стержня:
цементъ: известь: песокъ = 1 : 2 : 6
и для верхушки трубы:
цементъ: известь: песокъ = 1 : 1 : 4.

Почти всѣ эти известково-цементные растворы отвердѣваютъ подъ водою, высохши въ болѣе или менѣе непродолжительное время на воздухѣ.

Такъ-какъ качества известково-цементнаго раствора зависятъ отъ качествъ примѣшанной къ нему извести, то, по разносвойственности послѣдней, во всякомъ случаѣ рекомендуется приготовить пробныя смѣси растворовъ и опредѣлить качества ихъ непосредственнымъ опытомъ.

Известково-цементные растворы приготовляются троякимъ образомъ:

1) При употребленіи извести въ видѣ тѣста, послѣднее превращается нужнымъ для приготовленія раствора количествомъ воды въ известковое молоко, а цементъ и песокъ смѣшиваются въ сухомъ состояніи; потомъ смѣсь прибавляется къ известковому молоку, и такимъ образомъ полученный растворъ тщательно перемѣшивается.

2) При употребленіи въ дѣло порошкообразной или гидравлической извести, смѣшиваются цементъ, известь и песокъ въ сухомъ состояніи, и затѣмъ прибавляется нужное количество воды.

3) При употребленіи извести въ тѣстовидномъ состояніи, смѣшиваютъ цементъ приблизительно съ половиною нужнаго для приготовленія раствора количества песку, а известковое тѣсто — съ другою половиною, и затѣмъ соединяютъ обѣ смѣси и прибавляютъ нужное количество воды.

Этотъ способъ приготовленія известково-цементнаго раствора менѣе удобенъ, чѣмъ оба другіе.

2. Гипсовый растворъ.

Гипсъ, употребляемый для приготовленія гипсоваго раствора, получается обжигомъ сырыхъ гипсовыхъ камней.

Сырой гипсъ представляетъ сѣрнокислый кальцій съ опредѣленнымъ содержаніемъ кристаллизаціонной воды ($CaSO_4 + 2H_2O$).

Обжиганіемъ при температурѣ отъ 110° до 200° сырой гипсъ теряетъ три четверти своего содержанія воды, и получаютъ такъ называемый штукатурный гипсъ ($CaSO_4 + \frac{1}{2}H_2O$), сохранящій способность, при затвореніи водой снова принимать кристаллическое строеніе.

Штукатурный гипсъ (Stuckgips) твердѣетъ въ теченіе не больше получаса послѣ затворенія въ порошкообразномъ видѣ водой.

Онъ находитъ примѣненіе для отливки художественныхъ издѣлій и естественныхъ предметовъ,

для изготовленія формъ и моделей, для заливки швовъ и т. п. и въ видѣ замазки, а въ строительномъ дѣлѣ — для штукатурныхъ работъ, для устройства карнизовъ, половъ перегородокъ по системѣ Rabitz'а и т. п. и для изготовленія искусственныхъ камней.

При твердѣніи штукатурный гипсъ не достигаетъ особенно замѣчательной твердости и крѣпости.

Обжиганіемъ при температурѣ отъ 200° до 350° сырой гипсъ, конечно, уже совершенно лишается своего содержанія воды и переходитъ въ растворимый ангидритъ, но только при обжиганіи при температурѣ отъ 800° до 1200° получается такъ называемый половой гипсъ (нерастворимый ангидритъ), обладающій отличными качествами для практики строительнаго дѣла.

Половой гипсъ (Estrichgips) послѣ затворенія водой оставляется въ теченіе 1 до 2 дней нетронутымъ. Въ это время, въ которое происходитъ схватываніе его, онъ содержится въ сыромъ состояніи, какъ цементный растворъ и бетонъ, а затѣмъ уплотняется трамбованіемъ, при чемъ онъ снова размягчается и вода выступаетъ на поверхность его. Половой гипсъ требуетъ для окончательнаго твердѣнія гораздо болѣе продолжительнаго времени, чѣмъ штукатурный гипсъ, но за то принимаетъ значительную твердость и крѣпость.

Половой гипсъ обладаетъ гидравлическими свойствами, т.-е. онъ хорошо сопротивляется дѣйствію сырости.

Отношеніе количества воды для приготовленія раствора къ количеству гипса колеблется между 10 : 11 и 10 : 16 при различныхъ сортахъ гипса.

Растворъ изъ полового гипса требуетъ гораздо меньшаго количества воды, чѣмъ растворъ изъ штукатурнаго гипса.

Гипсовый растворъ долженъ оказывать видъ тѣста.

Половой гипсъ употребляется для устройства половъ, для приготовленія раствора для производства кладки, для изготовленія искусственныхъ камней и для бетонныхъ сооруженій.

Половой гипсъ, по отличнымъ его качествамъ, заслуживаетъ вниманія всѣхъ строителей.

Чѣмъ больше воды примѣшивается къ штукатурному гипсу, тѣмъ медленнѣе онъ твердѣетъ, и тѣмъ больше будетъ хрупкость его. Толченый кирпичъ, мелкозернистый песокъ, известковое тѣсто или клеевая вода, какъ примѣси къ гипсовому раствору, также препятствуютъ быстрому затвердѣванію послѣдняго.

Гипсовый растворъ, смѣшанный съ известковымъ растворомъ, употребляется преимущественно для штукатурки стѣнъ и потолковъ.

Для устройства перегородокъ, черныхъ половъ и т. п. изготовляются гипсовыя доски, состоящія изъ гипса и тростника, брусковъ незначительныхъ размѣровъ и т. п. Гипсу примѣшиваются связывающія и пористыя вещества, какъ-то: коровья, телячья шерсть и т. п, растительныя волокна, каменноугольные шлаки, остроугольная зола, древесные опилки и т. п.

3. Глиняный растворъ.

Глиняный растворъ состоитъ изъ тощей глины, растворенной водою въ жидкое тѣсто. Для большей связи часто примѣшиваются къ глиняному раствору соломенная сѣчка и телячьи или коровьи волоса. При высыханіи онъ твердѣетъ, но пріобрѣтаетъ только незначительную крѣпость, особенно въ сырыхъ мѣстахъ. Поэтому, лучше всего, употреблять его только на кладку внутреннихъ стѣнъ и дымовыхъ трубъ, а для устройства наружныхъ стѣнъ только тогда, если кладка ихъ достаточно предохранена отъ сырости и дѣйствія падающаго дождя. Для кладки стѣнъ изъ глиняныхъ и земляныхъ воздушныхъ кирпичей употребляются какъ растворы тѣ же смѣси, изъ которыхъ изготовляются кирпичи сами.

6. Асфальтъ.

Въ природѣ встрѣчается битуминозный известнякъ, такъ-называемый асфальтовый камень, пропитанный углеводородомъ, который носитъ названіе асфальта. Асфальтовый камень имѣетъ черный цвѣтъ и раковистый изломъ. Нагрѣваясь отъ 80° до 100°, онъ размягчается и распадается въ порошокъ. Если этотъ порошокъ снова нагрѣвается и сжимается, то онъ опять затвердѣваетъ, На этомъ качествѣ основывается употребленіе асфальта какъ asphalte comprimé.

Если размолотый асфальтовый камень сплавляется въ котлахъ съ свободнымъ асфальтомъ, такъ-называемымъ гудрономъ, при температурѣ отъ 175° до 230°, и отливается въ формы, то получается асфальтовая мастика. Послѣдняя при нагрѣваніи сплавляется.

Въ продажѣ получается асфальтовая мастика въ кускахъ, а гудронъ въ бочкахъ.

Нерѣдко встрѣчаются въ продажѣ поддѣлки асфальта, такъ-называемый искусственный асфальтъ, состоящій изъ смѣси глины, мергеля и т. п. и вара, каменноугольной и древесной смолы и т. п. Искусственный асфальтъ не обладаетъ такими хорошими качествами, какъ природный; это слѣдуетъ имѣть въ виду при его употребленіи.

Асфальтъ для отливки получается изъ сплава 15 частей асфальтовой мастики, 1 части гудрона и $7\frac{1}{2}$ частей песку или мелкаго гравія.

Асфальтъ весьма эластиченъ и уже въ тонкихъ слояхъ непроницаемъ для воды; поэтому употребляется въ такомъ видѣ на кровли, полы и въ фундаментахъ часто для предохраненія кладки стѣнъ отъ подымающейся въ нихъ сырости грунта.

в. **Замазки.**

Замазки представляютъ вещества, которыя, будучи помѣщены въ жидкомъ или тѣстовидномъ состояніи между поверхностями двухъ тѣлъ, по отвердѣніи крѣпко соединяютъ послѣднія между собою. Соединеніе происходитъ отъ механическаго прилипанія или химическаго притягиванія.

Данныя ниже числа означаютъ вѣсовыя единицы.

α. **Стекольная замазка.** Смѣшиваются 3 ч. мѣлу, 3 ч. свинцовыхъ бѣлилъ въ тѣсто съ 5 ч. маслянаго лака, и къ смѣси прибавляютъ $^1/_{15}$ ч. свѣтлаго свинцоваго глета.

β. **Замазка для дерева** представляетъ собою тѣсто изъ 3 ч. гашеной извести, 2 ч. ржаной муки и 2 ч. маслянаго лака, или тѣсто изъ равныхъ частей кирпичной муки, размолотаго свинцоваго глета и льняного масла. Швы дерева предварительно покрываютъ масломъ.

γ. **Масляная замазка** для соединенія частей каменной кладки, подверженныхъ напору воды, состоитъ изъ 21 ч. гашеной извести, 9 ч. просѣянной кирпичной муки, 5 ч. стекольнаго порошка и 6 ч. вареннаго льняного масла; эта смѣсь растирается на камнѣ съ 2 ч. льняного масла до густоты жидкаго тѣста, твердѣющаго въ теченіе 2 или 3 дней.

δ. **Замазка для камней.**

1) **Замазка для соединенія желѣза съ камнемъ** состоитъ изъ 4 ч. измельченной гидравлической извести, 4 ч. кирпичной муки и 1 ч. желѣзныхъ опилокъ, или растворъ гипса смѣшивается съ желѣзными опилками до густоты жидкаго тѣста.

2) **Замазка для подводныхъ стѣнъ** приготовляется изъ 2 ч. свѣжеобожженной извести, 1 ч. кирпичной муки, $^1/_5$ желѣзной окалины, $^1/_{16}$ ч. окиси марганца; эту смѣсь смѣшиваютъ съ маслянымъ лакомъ до густоты твердаго тѣста. Сухіе швы кладки предварительно покрываются масломъ.

ε. **Замазка для желѣза.**

1) **Замазка для чугунныхъ трубъ** и т. д., **не пропускающая воды.** Сухая смѣсь изъ равныхъ частей жженной извести, романскаго цемента, горшечной и обыкновенной глины смѣшивается въ тѣсто съ льнянымъ масломъ, количество котораго составляетъ $^1/_6$ общаго вѣса частей. Качество замазки улучшается прибавкою портландскаго цемента.

2) **Замазка, хорошо сопротивляющаяся дѣйствію теплоты,** но не непосредственному дѣйствію огня и сырости, напр. для газо- и паропроводныхъ трубъ. 2 ч. сурику, 5 ч. свинцовыхъ бѣлилъ и 4 ч. сухой фаянсовой глины мелко растираются, тщательно перемѣшиваются и, по прибавкѣ маслянаго лака, превращаются въ густое тѣсто.

3) **Замазка, сопротивляющаяся дѣйствію огня,** употребляется для водяныхъ и паровыхъ трубъ, а также для паровыхъ котловъ. Она приготовляется изъ 2 ч. нашатыря, 35 ч. желѣзныхъ опилокъ, получаемыхъ при сверленіи желѣза, и 1 ч. сѣры; эта смѣсь смѣшивается съ водою до густоты тѣста и посредствомъ зубила забивается ударами молотка въ швы соединяемыхъ частей.

4) **Печная замазка** для уплотненія швовъ желѣзныхъ печей. Мелкопросѣянная древесная зола смѣшивается съ равнымъ количествомъ толченой и просѣянной глины съ прибавкою соли; къ этой смѣси приливается такое количество воды, чтобы образовалось полужидкое тѣсто.

5) **Замазка для желѣза, хорошо сопротивляющаяся калильному жару.** 4 ч. желѣзныхъ опилокъ, 2 ч. глины, 1 ч. толченыхъ кусковъ графитовыхъ тигелей и 1 ч. огнеупорной массы смѣшиваются съ насыщеннымъ растворомъ поваренной соли до густоты тѣста.

B. Вспомогательные матеріалы.

а. Стекло.

Стекло раздѣляется на зеленое, полубѣлое и бѣлое; кромѣ того еще на одинакое, полуторное и двойное.

α. *Зеленое стекло* употребляется только для оконныхъ стеколъ въ маловажныхъ помѣщеніяхъ, какъ напр. въ погребахъ, чердакахъ, хлѣвахъ и т. п.; оно продается ящиками по 20 пачекъ, каждая о 20 стеклахъ различныхъ размѣровъ отъ 14″ до 32″.

β. *Полубѣлое и бѣлое стекло* употребляется для оконныхъ стеколъ въ жилыхъ помѣщеніяхъ; оно продается ящиками по 20 пачекъ, полуящиками и четвертями. Число листовъ въ одной пачкѣ зависитъ отъ ихъ величины, которая бываетъ весьма различна. Имѣются напр. листы длиною отъ $14^1/_2$″ до 42″ и шириною отъ $12^1/_2$″ до 35″, при чемъ 1 ящикъ по 20 пачекъ содержитъ въ себѣ соотвѣтственно отъ 400 до 20 листовъ. Размѣры листовъ въ различныхъ стеклянныхъ заводахъ не бываютъ одинаковы.

γ. *Литое сырое стекло* встрѣчается плитами толщиною до $^1/_2$″; оно употребляется при вставкѣ стеколъ безъ рамъ въ фабрикахъ, хлѣвахъ и т. п.

δ. *Стеклянная черепица* употребляется вмѣсто глиняной черепицы для освѣщенія чердачныхъ помѣщеній; видъ и размѣры ея одинаковы съ глиняною черепицею.

б. Растворимое стекло.

Растворимымъ стекломъ называется кремнекислый калій или натрій, или же смѣсь обоихъ. Въ сухомъ состояніи оно представляетъ хрупкую, почти безцвѣтную массу, растворимую въ кипяткѣ. Растворимое стекло употребляется для огнеупорной окраски дерева. Для первыхъ окрасокъ растворъ изъ 1 вѣсовой части растворимаго стекла въ твердомъ состояніи съ 2 вѣсовыми частями воды разжижается съ двойнымъ количествомъ воды. Каждая окраска должна просыхать не менѣе 24 часовъ, прежде чѣмъ производится слѣдующая. Для послѣдней окраски вышеприведенный растворъ разжижается лишь равнымъ количествомъ воды. Чтобы предохранить окраску отъ отлупливанія, примѣшиваютъ къ растворимому стеклу глину, мѣлъ, стекольный порошокъ и т. п.

Дерево защищается подобною окраскою на нѣкоторое время не только отъ дѣйствія отъ огня, но и отъ древеснаго грибка и гніенія при опредѣленныхъ условіяхъ.

Жженная извѣсть, смѣшанная съ растворимымъ стекломъ, образуетъ массу, принимающую по отвердѣніи твердость камня. На основаніи этого качества иногда окрашиваютъ поверхность штукатурки наружныхъ стѣнъ, для большаго сопротивленія ея дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ, разжиженнымъ растворомъ растворимаго стекла.

в. Окраски.

Краски, употребительныя въ строительномъ дѣлѣ, слѣдующія:

α. *Для бѣлой окраски*: цинковыя, свинцовыя, и баритовыя бѣлила (послѣднія только для водяныхъ окрасокъ), мѣлъ и гашеная известь.

β. *Для желтой окраски*: охра въ разныхъ оттѣнкахъ, кассельская желть, сѣрнистый кадмій и хромовая желтая краска.

γ. *Для синей окраски*: берлинская лазурь (которая не можетъ быть употребляема для окраски известковыхъ стѣнъ, такъ-какъ она разрушается известью), ультрамаринъ.

δ. *Для красной окраски*: сурикъ, хромовая красная краска и тердесьенъ.

ε. *Для зеленой окраски*: швейнфуртская и хромовая зеленая краска.

ζ. *Для бурой окраски*: умбра, кельнская земля и тердесьенъ.

η. *Для черной окраски*: сажа и франкфуртская черная краска.

Послѣднія краски служатъ также для оттѣненія другихъ красокъ.

Кромѣ только-что названныхъ красокъ встрѣчается въ продажѣ еще много другихъ.

Смотря по растворяющимъ веществамъ красокъ, различаютъ: водяныя и известковыя, клеевыя и масляныя окраски, и еще другія.

α. *Водяныя и известковыя окраски.* При водяныхъ окраскахъ краски растворяются водою, а при известковыхъ — разжиженною гашеною известью; къ послѣднему рас-

твору примѣшиваютъ небольшое количество мелкозернистаго песку.

β. *Клеевыя окраски.* Краски растворяются клеевою водою. Клеевыя окраски употребляются для окраски дерева и камней, не подверженныхъ дѣйствію воды, такъ-какъ въ послѣдней растворимы.

γ. *Масляныя окраски.* Грунтовкою масляныхъ окрасокъ служатъ свинцовыя бѣлила. Минеральныя краски мелко растираются съ льнянымъ масломъ и разжижаются вареннымъ льнянымъ масломъ. Масляными красками окрашиваются дерево, желѣзо и каменная кладка. Дерево, послѣ достаточной просушки, покрываютъ сперва разжиженною окраскою съ небольшою примѣсью краски; затѣмъ вторая или даже третья окраска содержитъ уже большее количество краски Масляная окраска желѣза требуетъ сперва грунтовки вареннымъ льнянымъ масломъ съ сурикомъ; затѣмъ желѣзо окрашивается желаемою краскою. Маловажные предметы снабжаются только черною масляною или асфальтовою окраскою.

г. Лаки.

Лаками называются жидкости маслянистаго или смолистаго характера, которыя, нанесенныя на поверхность предметовъ тонкими слоями, высыхаютъ на воздухѣ. При высыханіи тонкій слой лака твердѣетъ и становится блестящимъ, прозрачнымъ. Лаки употребляются для того, чтобы придать предметамъ блестящую поверхность и защитить ихъ отъ разрушительнаго дѣйствія открытаго воздуха и воды.

Различаютъ масляные, спиртовые и скипидарные лаки.

Масляный лакъ или олифа состоитъ изъ варенаго льняного масла.

Масляные или жирные лаки представляютъ растворы смолъ въ вареномъ льняномъ или смоляномъ маслѣ, обыкновенно разбавляемые скипидаромъ или бензиномъ.

Спиртовые лаки представляютъ собою растворы смолъ, какъ-то мастики, гуммилака, шеллака и др., въ спиртѣ. Отъ хорошаго спиртоваго лака требуется, чтобы онъ быстро высыхалъ, давалъ слой смолы съ блестящею поверхностью, плотно приставалъ къ поверхностямъ предметовъ и по высыханіи не былъ слишкомъ хрупокъ и липокъ.

Скипидарные лаки приготовляются такимъ же образомъ, какъ и спиртовые. Они высыхаютъ медленнѣе, но бываютъ эластичнѣе и прочнѣе.

Обыкновенный скипидарный лакъ состоитъ изъ раствора сосновой смолы въ скипидарѣ; онъ однако недостаточно проченъ и со временемъ получаетъ трещины.

д. Жидкія смолы.

Различаютъ каменоугольную и древесную смолу.

α. *Каменоугольная смола* добывается при производствѣ свѣтильнаго газа и обугливаніи каменнаго угля. Она часто употребляется, какъ дешевый матеріалъ, взамѣнъ асфальта или примѣшивается къ нему, хотя и не можетъ замѣнить его. Каменоугольная смола представляетъ хорошую окраску для желѣза и дерева, но преимущественно для каменныхъ стѣнъ, которыя она предохраняетъ отъ селитрянаго налета.

β. *Древесная смола,* добываемая при обугливаніи дерева, оказывается болѣе удобною для окраски дерева, въ которое она проникаетъ, будучи разбавлена небольшимъ количествомъ льняного масла. Древесная смола употребляется преимущественно для окраски столбовъ, вкапываемыхъ въ землю.

Назовемъ еще нѣсколько окрасокъ, оказывающихся выгодными для практики.

α. *Окраска для желѣза.* Асфальтовая смола въ жидкомъ состояніи при 100° по Ц. наносится на желѣзо посредствомъ щетокъ, при чемъ на 100 квадратныхъ футовъ поверхности желѣза берутся 2 фунта асфальтовой смолы.

β. *Окраску для дерева* представляетъ слѣдующая смѣсь: 2 вѣс. ч. сурику, 1/3 вѣс. ч. измельченной канифоли, 2/5 вѣс. ч. купороса, 2 вѣс. ч. ворвани, 1 1/2 вѣс. ч. ржаной муки и 10 вѣс. ч. воды.

γ. *Окраска для бревенъ,* зарываемыхъ въ землю. Смѣсь, отлично предохраняющая бревна отъ гніенія, бываетъ слѣдующая: 7 вѣс. ч. каменоугольной смолы, 5 вѣс. ч. измельченной канифоли и 2 вѣс. ч. измельченной

сѣры; эта смѣсь наносится на дерево въ горячемъ состояніи.

δ. *Окраска для каменныхъ стѣнъ*, непропускающая воды: 1 вѣс. ч. варенаго льняного масла и $^1/_{10}$ вѣс. ч. свинцоваго глета сплавляются съ 2 вѣс. ч. смолы.

ε. *Окраска для чернаго листового* или *кровельнаго желѣза*. Загрунтовка состоитъ изъ маслянаго лака съ сурикомъ, а собственная зеленая окраска, для 60 квадратныхъ футовъ кровли, изъ 1,2 фунтовъ мѣдянки, 1,22 фунтовъ свинцовыхъ бѣлилъ и 3,66 фунтовъ льняного масла.

е. Кровельный толь и войлокъ.

α. *Кровельный толь* или *кровельный картонъ* выдѣлывается изъ картона, пропитаннаго смѣсью асфальта и смолы. Кровельный толь, будучи продолжительное время подверженъ дѣйствію солнечныхъ лучей и открытаго воздуха, теряетъ свою гибкость и превращается въ твердую массу. Въ этомъ состояніи толь оказываетъ значительное сопротивленіе; но, дѣлаясь слишкомъ твердымъ, онъ легко ломается. Отъ этого недостатка толь предохраняется вторичною окраскою смолистыми веществами, относительно которой указываемъ на главу о кровляхъ.

Кровельный толь получается свертками длиною въ 27 аршинъ и шириною въ 1 аршинъ.

β. *Кровельный войлокъ* изготовляется такимъ же образомъ, какъ и кровельный толь; онъ бываетъ толщиною приблизительно въ $^1/_4$", продается свертками и употребляется преимущественно для изолирующихъ слоевъ въ фундаментной кладкѣ.

ж. Солома.

Солома употребляется преимущественно въ сельскохозяйственномъ строительномъ дѣлѣ для покрытія крышъ; для этой цѣли удобнѣе всего самая длинная и прямая ржаная солома. Одна связка имѣетъ, смотря по своей величинѣ, объемъ отъ 0,009 до 0,015 куб. саж.

Обыкновенная измятая, переломленная солома, смѣшанная съ глиною, употребляется для заполненія клѣтокъ фахверковыхъ стѣнъ и для устройства потолковъ. На одну куб. саж. глины берутъ 30 связокъ соломы.

з. Тростникъ.

Тростникъ употребляется для штукатурки и также для покрытія крышъ.

Тростникъ для штукатурки долженъ быть вполнѣ зрѣлъ, прямого роста и прозрачной древесины; передъ употребленіемъ въ дѣло стебли отлупливаются. Въ настоящее время изготовляютъ для штукатурки тростниковую ткань разныхъ размѣровъ, которую приходится предпочитать обыкновенному тростнику.

Тростникъ для покрытія крышъ употребляется въ неотлупленномъ видѣ. Главнымъ образомъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы онъ вполнѣ созрѣлъ; это узнается по бѣловато-желтому цвѣту и изъ того, что листья въ мѣстѣ произрастанія уже засохли. Тростникъ должно употреблять въ дѣло не позже двухъ лѣтъ послѣ добытія его.

и. Канаты и веревки.

Канаты и веревки выдѣлываются изъ чистой пеньки. Они бываютъ бѣлевые и смоленные. Смола предохраняетъ ихъ отъ гніенія въ сырыхъ мѣстахъ или въ водѣ; но бѣлевые оказываютъ большее сопротивленіе разрыву, чѣмъ смоленные, почему вообще и употребляютъ первые.

Въ продажѣ цѣна имъ опредѣляется съ пуда.

Глава II.
ОСНОВАНІЕ ЗДАНІЙ.

Общія замѣчанія. Каждое зданіе производитъ на грунтъ, на которомъ оно стоитъ, большее или меньшее давленіе. Величина давленія на единицу площади грунта зависитъ съ одной стороны отъ собственнаго вѣса зданія и его внѣшней нагрузки, а съ другой отъ величины подошвы фундамента, т. е. нижней поверхности стѣнъ, служащихъ для непосредственнаго поддерживанія зданія и находящихся большею частью подъ землею.

Фундаментъ вмѣстѣ со всѣми приспособле-

ніями для улучшенія грунта или распредѣленія неравномѣрной нагрузки на немъ называется основаніемъ.

Каждый грунтъ, за исключеніемъ скалистаго, бываетъ болѣе или менѣе сжимаемъ, вслѣдствіе чего, отъ давленія, производимаго зданіемъ, происходитъ соотвѣтственное сжатіе его, причиняющее осадку самого зданія. Если грунтъ однороденъ и распредѣленіе давленія зданія на немъ равномѣрно, то осадка зданія также бываетъ равномѣрна, и наоборотъ. Но если осадка неравномѣрна, то, вслѣдствіе этого, могутъ появляться трещины въ кладкѣ каменныхъ зданій и послѣднія въ такомъ случаѣ часто даже подвергаются разрушенію. При деревянныхъ постройкахъ, по значительной эластичности и гибкости матеріала и по свойству соединеній отдѣльныхъ конструкціонныхъ частей другъ съ другомъ, неравномѣрная осадка обнаруживаетъ менѣе опасное вліяніе.

Во всякомъ случаѣ свойства грунта, относительно продолжительности службы построекъ, играютъ столь значительную роль, что при выборѣ и изслѣдованіи его и при сужденіи о годности слѣдуетъ поступать съ крайнею осторожностью.

Такъ-какъ сложныя основанія требуютъ значительныхъ издержекъ, то стараются по возможности избѣгать ихъ и возводятъ постройки, разъ это возможно, лучше въ другомъ, хотя и менѣе удобномъ мѣстѣ съ достаточно крѣпкимъ грунтомъ.

Грунты и ихъ свойства. По ихъ составу различаются слѣдующіе грунты: скала, гравій, песокъ, глина и суглинокъ, растительный, торфяный и илистый и насыпной.

Годность грунта зависитъ менѣе отъ состава, чѣмъ отъ физическихъ свойствъ его и отъ другихъ условій, которыя приходится принимать въ соображеніе при сужденіи о степени его сопротивленія.

а. *Скала.* Скала, залегающая горизонтальнымъ или почти горизонтальнымъ и сплошнымъ твердымъ пластомъ, толщиною не менѣе 10′, обладаетъ достаточнымъ сопротивленіемъ для большинства сооруженій. При значительномъ наклонѣ скалистыхъ пластовъ, находящихся надъ глинистыми и суглинковыми слоями, поверхность которыхъ можетъ размягчаться и становиться скользкою отъ просачивающейся воды, слѣдуетъ опасаться сползанія сооруженій, устроенныхъ на нихъ, а это тѣмъ болѣе, если поддерживающій скалистый пластъ мѣстами прерывается искусственными или натуральными трещинами.

Если въ скалистомъ грунтѣ, непосредственно подъ поверхностью, находятся пустоты и расщелины, то онѣ вскрываются и заполняются бетономъ; а если онѣ значительнаго объема, то проводятся отдѣльные подпорные столбы изъ каменной кладки вплоть до твердаго грунта.

Особую осторожность слѣдуетъ соблюдать въ мѣстностяхъ съ горнымъ промысломъ. При важныхъ постройкахъ изслѣдованіе грунта должно простираться до самыхъ штоленъ, которыя, въ случаѣ надобности, закладывается камнемъ или кирпичомъ, или перекрываются сводомъ.

Очень опасною для тяжелыхъ построекъ оказывается близость соляныхъ копей, потому-что направленіе притекающихъ подземныхъ водъ обыкновенно недостаточно бываетъ опредѣлено.

Поэтому, важныя постройки, а въ особенности фабричныя и заводскія зданія, подвергающіяся сильнымъ сотрясеніямъ, какъ напр. при дѣйствіи паровыхъ молотовъ, лучше вообще не возводятся вблизи соляныхъ копей.

Для возведенія каменныхъ фундаментныхъ стѣнъ на скалистомъ грунтѣ, послѣдній выравнивается ватерпасомъ на равной глубинѣ или, при наклонномъ наслоеніи скалы, уступами различной глубины.

б. *Гравій.* Степень сопротивленія грунта изъ гравія бываетъ весьма различна. Если грунтъ состоитъ изъ чистаго гравія безъ глинистыхъ примѣсей, отложившагося изъ воды и залегающаго плотнымъ слоемъ толщиною въ 10′, и если онъ не подвергается размыванію водою въ видѣ подземныхъ источниковъ, то можно считать его надежною опорою для построекъ. Гравій, представляющій продуктъ вывѣтриванія горныхъ породъ у крутыхъ скатовъ или отложеніе глетчеровъ, обладаетъ гораздо меньшимъ сопротивленіемъ.

в. *Песокъ.* Песчаные слои толщиною отъ 10′—14′, отложившіеся изъ воды и плотно

слежавшіеся, также могутъ считаться хорошимъ грунтомъ. Въ такомъ случаѣ даже очень мелкозернистый песокъ, такъ называемый плывунъ, можетъ выдерживать значительную нагрузку; слѣдуетъ только обратить вниманіе на то, чтобы цѣлость наслоенія его не разрушалась выкачиваніемъ воды изъ фундаментныхъ ямъ во время производства каменныхъ работъ.

Вообще при производствѣ фундаментныхъ работъ въ песчаномъ грунтѣ слѣдуетъ по возможности избѣгать выкачиванія воды такъ-какъ этимъ мелкозернистый песокъ, уносится, а плотность наслоенія крупнозернистаго разрыхляется, чѣмъ уменьшается сопротивленіе грунта. При подобномъ грунтѣ рекомендуется, дѣлать нижній уступъ фундамента изъ слоя бетона, погруженнаго подъ водою, и только по отвердѣніи его выкачать воду и произвести кладку Выемка грунта, однако, можетъ производиться также при выкачиваніи воды; но въ такомъ случаѣ слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы разрыхленные песчаные слои опять уплотнились и затѣмъ цѣлость ихъ уже не разрушалась. Уплотненія песчанаго грунта достигаютъ, накачивая воду въ фундаментную яму и возвышая этимъ нѣкоторое время уровень воды въ ней противъ уровня грунтовыхъ водъ. Отъ этого происходитъ теченіе черезъ разрыхленный грунтъ сверху внизъ, относительно снутри наружу.

При основаніяхъ въ плывунѣ должно избѣгать осушенія одной лишь изъ нѣсколькихъ близко расположенныхъ фундаментныхъ ямъ, оставляя остальныя заполнеными водою, потому что въ такомъ случаѣ легко можетъ произойти прорывъ воды изъ полныхъ ямъ въ осушенную, напр. подъ шпунтовыми стѣнками, если нижніе концы ихъ находятся еще въ песчаномъ слоѣ. Отъ этого происходитъ значительное разрыхленіе грунта.

Наслоенія сыпучаго песка могутъ служить грунтомъ для построекъ, если они предохранены отъ дальнѣйшаго дѣйствія вѣтра и искусственно укрѣплены поливкою водою и трамбованіемъ.

Песчаный грунтъ въ проточной водѣ долженъ быть защищенъ отъ теченія.

г. *Глина и суглинокъ.* Глинистые и суглинковые грунты состоятъ главнымъ образомъ изъ глины, болѣе или менѣе смѣшанной съ другими землями, преимущественно съ пескомъ. Глина не размывается ключевою водою и не пропускаетъ ея, но, соприкасаясь съ нею продолжительное время, размягчается и превращается въ тѣсто. При высыханіи глинистые и суглинковые грунты получаютъ трещины, въ которыя проникаетъ вода, разрушительно дѣйствующая на нихъ, особенно при морозѣ, которымъ грунты разрыхляются. Отъ слишкомъ сильнаго высыханія указанные грунты должны предохраняться также потому, что при этомъ они уменьшаются въ объемѣ, вслѣдствіе чего и благодаря образовавшимся трещинамъ, можетъ происходить неравномѣрная осадка построекъ. Такъ-какъ глинистые и суглинковые грунты до нѣкоторой степени бываютъ эластичны, то всегда будетъ замѣтна осадка построекъ, возведенныхъ на нихъ; но эта осадка не вредна, если она происходитъ равномѣрно. Поэтому нагрузка должна быть равномѣрно распредѣлена на грунтѣ.

Вообще плотныя глинистыя и суглинковыя наслоенія въ сухомъ состояніи, залегающія слоемъ толщиною отъ 10′ до 13′, могутъ быть разсматриваемы какъ надежный грунтъ для построекъ, между тѣмъ какъ они, пропитанныя водою, обладаютъ гораздо меньшимъ сопротивленіемъ.

Песчаный суглинокъ представляетъ, при опредѣленныхъ условіяхъ, довольно надежный грунтъ для построекъ, но онъ долженъ тщательно защищаться отъ доступа воды, и это тѣмъ болѣе, чѣмъ больше содержаніе песку.

д. *Перемежающіяся наслоенія.* 1. Если надъ толстыми скалистыми пластами лежатъ слои гравія и песка незначительной толщины, то послѣдніе обыкновенно удаляются и зданіе основывается непосредственно на скалистомъ грунтѣ. Это безусловно необходимо при присутствіи проточной воды; но если вода не проточная или движеніе

ея незначительно, или воды вообще нѣтъ, то слои изъ гравія и песка, при горизонтальной и ровной поверхности скалистаго грунта, могутъ считаться достаточно крѣпкими.

2. Если толстые глинистые и суглинковые слои лежатъ подъ тонкими слоями изъ песка и гравія, то, при толщинѣ послѣднихъ менѣе $3^{1}/_{2}'$, подошва фундамента располагается на глинистомъ или суглинковомъ слоѣ. При важныхъ постройкахъ и при соотвѣтственномъ положеніи линіи промерзанія грунта это необходимо.

3. Если, напротивъ того, тонкіе глинистые и суглинковые слои находятся надъ толстыми слоями скалы, гравія или песка, то рекомендуется всегда доводить фундаменты возводимаго зданія до послѣднихъ, даже въ такомъ случаѣ, если бы глинистые и суглинковые слои оказались достаточно крѣпкими. Если подъ глинистымъ слоемъ лежитъ песокъ или гравій, въ которомь расположена подошва фундамента, то глинистый слой, благодаря его малой размываемости водою, представляетъ въ текущей водѣ надежную защиту отъ подмыва фундамента. Требуется только незначительная каменная насыпь, и было бы ошибочно удалить глинистый слой, чтобы расположить каменную насыпь въ большей глубинѣ, какъ это обыкновенно дѣлается при песчаномъ грунтѣ.

е. *Особыя свойства глинистыхъ, суглинковыхъ и песчаныхъ грунтовъ.* Глина и суглинокъ во многихъ отношеніяхъ похожи на жидкости, и это тѣмъ болѣе, чѣмъ больше содержаніе воды въ названныхъ земляхъ. Наблюдали, что глинистый грунтъ, въ которомъ былъ устроенъ свайный ростверкъ, подымался, и вмѣстѣ съ нимъ подымались даже прежде вбитыя сваи. Грунтъ, на подобіе жидкостей, подается во всѣ стороны.

Песокъ, напротивъ того, обладаетъ свойствомъ жидкости только при очень значительной мелкости своихъ зеренъ (сыпучій песокъ) и въ насыщенномъ водою состояніи (плывунъ), между тѣмъ какъ сухой, средній и крупный песокъ подается только внизъ по вертикальному и косому направленіямъ и только по этимъ направленіямъ передаетъ давленіе нагрузки.

Сходству съ вязкими жидкостями слѣдуетъ приписывать то свойство глины, что она можетъ короткое время выдерживать тяжелый грузъ, а подъ гораздо меньшею нагрузкою расходится, если она дѣйствуетъ болѣе продолжительное время. Это представляетъ особое затрудненіе при свайныхъ работахъ, такъ-какъ, подъ ударами легкихъ ручныхъ копровъ, сваи при каждомъ ударѣ опускаются, а потомъ опять понемногу поднимаются. Сильно уплотненный глинистый грунтъ, оказывающій значительное сопротивленіе, со временемъ нѣсколько теряетъ его, такъ-какъ искуственно вызванное напряженіе мало-по-малу расходится. Этимъ полезное дѣйствіе быстро бьющихъ копровъ, какъ напр. паровыхъ копровъ, значительно уменьшается.

При глинистомъ и суглинковомъ грунтахъ съ большимъ содержаніемъ воды, искуственное основаніе бываетъ необходимо, даже въ такомъ случаѣ, если пласты обладаютъ значительною толщиною.

Если суглинокъ содержитъ въ себѣ много песку, то, конечно, можно высушить грунтъ дренажемъ и этимъ увеличить его сопротивленіе. При жирной глинѣ это невозможно, такъ-какъ онъ высушеніемъ уменьшается въ объемѣ и трескается; сверхъ того, нельзя удалить опредѣленную часть содержанія воды ея.

ж. *Растительный, торфяной, болотистый и насыпной грунты.* Грунты такого рода бываютъ весьма сжимаемы, и нѣкоторые изъ нихъ часто даже жидки, такъ-что они оказываются совсѣмъ неудобными для непосредственнаго поддерживанія важныхъ построекъ. При тонкихъ слояхъ названныхъ грунтовъ, фундаменты построекъ должны быть возведены на ниже лежащемъ слоѣ достаточнаго сопротивленія. Если это невозможно, то требуется искусственное укрѣпленіе грунта или уширеніе фундаментовъ при помощи песчаныхъ слоевъ и т. п.

Величина сопротивленія грунта*). Со-

---

*) См. „Приложеніе“.

противленіе большей части каменныхъ породъ сжатію бываетъ больше, чѣмъ соотвѣтственное сопротивленіе цементнаго раствора. Исключенія иногда представляютъ: туфъ, трахитъ, очень мягкій песчаникъ, нѣкоторые известняки и конгломераты.

Относительно сопротивленія остальныхъ грунтовъ нельзя давать общія данныя, потому что оно зависитъ при пескѣ и гравіи отъ плотности наслоеній, при остальныхъ же грунтахъ отъ содержанія воды.

Для плотно слежавшихся галекъ и гравія сопротивленіе въ нѣкоторой глубинѣ подъ поверхностью можетъ быть принимаемо не меньше 4 до 5 kg/cm² (1,6 до 2 пуд./дм².); равное сопротивленіе можетъ предполагаться у плотной глины и суглинка, а для мелкаго гравія и плотнаго песка считается отъ 3 до 4 kg/cm² (1,2 до 1,6 пуд./дм².). На практикѣ встрѣчаются значительныя отклоненія отъ этихъ данныхъ.

Большое значеніе при опредѣленіи сопротивленія грунта имѣетъ то обстоятельство, измѣняется ли величина и направленіе нагрузки или нѣтъ. Въ послѣднемъ случаѣ сопротивленіе можетъ быть принимаемо больше. Величина подошвы фундамента также имѣетъ вліяеніе на допускаемую нагрузку грунта: чѣмъ больше подошва, тѣмъ больше и можетъ быть принимаема допускаемая нагрузка грунта.

Далѣе слѣдуетъ принимать во вниманіе глубину положенія подошвы фундамента. Если послѣдняя находится на такой глубинѣ, что грунтъ не можетъ подаваться въ сторону, или если она ограждена сплошными стѣнами, то допускается бо́льшая нагрузка, въ обратномъ же случаѣ, какъ напр. при зданіяхъ съ подвальными помѣщеніями, допускаемая нагрузка на единицу площади грунта должна быть принимаема меньше. Вообще подошва фундаментовъ, ограждающихъ пустыя пространства, должны располагаться по крайней мѣрѣ на 1′, а лучше на 2′ ниже пола послѣднихъ, такъ-какъ иначе слѣдуетъ опасаться выпиранія грунта.

Для важныхъ построекъ рекомендуется, опредѣлить сопротивленіе грунта пробными нагрузками. Сопротивленіе грунта g въ глубинѣ t подъ поверхностью земли составляется изъ 3 частей:

1) Изъ сопротивленія (g_0) у поверхности земли, которое опредѣляется непосредственнымъ опытомъ.

2) Изъ увеличенія (g_t) сопротивленія вслѣдствіе нагрузки землею, лежащею надъ изслѣдуемымъ грунтомъ. Это увеличеніе сопротивленія можетъ быть принимаемо равнымъ вѣсу земли надъ изслѣдуемымъ грунтомъ, т. е. равнымъ γFt, если F означаетъ площадь основанія тѣла, при помощи котораго производится пробная нагрузка и γ вѣсъ кубической единицы земли.

3) Изъ тренія (R) поверхности упомянутаго тѣла о ограждающую землю, которое равняется μUt, гдѣ U означаетъ периметръ тѣла, а μ — треніе на 1 квадратную единицу поверхности тѣла.

Въ виду этого получается формула:

$$g = g_0 + g_t + R = g_0 + \gamma Ft + \mu Ut$$

Сопротивленіе g_0 обыкновенно опредѣляютъ, укладывая на днѣ фундаментной ямы тольстыя доски или большіе правильно обтесанные камни, которые нагружаютъ тяжелыми предметами, какъ-то: строительнымъ матеріаломъ, желѣзными рельсами или балками и т. п. Изъ величины площади F и вѣса P можно опредѣлить нагрузку $g_0 = \frac{P}{F}$.

Треніе R можно принимать до глубины въ 45′ (14 m) среднимъ числомъ по слѣдующей таблицѣ.

Обозначеніе	Среднее сопротивленіе на	
	1 qm, kg:	1 кв. футъ, пуды:
Крупный песокъ и гравій о кладку съ шероховатою поверхностью	3500	22
Крупный песокъ и гравій о гладкую цементную штукатурку	1500	9,6
Перемежающіяся наслоенія глины и вулканической золы о кирпичную кладку.	2000	12,8

Вообще можно сказать, что указанный способъ опредѣленія сопротивленія грунта не совершенно надеженъ, особенно при эластическомъ грунтѣ.

Изслѣдованіе грунта. Для надежнаго сужденія о годности грунта, необходимо, передъ возведеніемъ зданія на немъ изслѣдовать его до опредѣленной глубины. Если вблизи нововозводимаго зданія находятся уже другія зданія, не оказывающія никакихъ недостатковъ, то изъ этого обстоятельства заключается обыкновенно съ достаточною надежностью о годности грунта, и изслѣдованіе его поэтому излишне; въ другомъ же случаѣ изслѣдованіе неизбѣжно.

Изслѣдованіе грунта производится:

1) выкапываніемъ грунта,
2) визитаціею при помощи земляного щупа,
3) буреніемъ посредствомъ земляного или горнаго бура,

4) забивкою пробныхъ свай,

5) пробными нагрузками грунта.

1) **Выкапываніе грунта.** Выкапываніе грунта въ подходящихъ мѣстахъ представляетъ наилучшее и наиболѣе надежное средство, узнавать положеніе, свойства и толщину слоевъ грунта; но въ большей глубинѣ примѣненіе этого способа сопряжено съ значительными затрудненіями по удерживанію грунтовыхъ водъ, и обваливанію земли, предотвращеніе котораго посредствомъ большихъ откосовъ требовало бы значительныхъ издержекъ на земляныя работы.

Вычерпываніемъ воды не только увеличиваются издержки, но у нѣкоторыхъ породъ земли, какъ напримѣръ у гравія и песка, измѣняется и свойство.

2) **Изслѣдованіе грунта посредствомъ земляного щупа.** Земляной щупъ представляетъ круглую или квадратную заостренную желѣзную штангу длиною отъ 8′ до 12′ и толщиною отъ 1″ до 1½″. У верхняго конца щупъ снабженъ ухомъ (Таб. 2, черт. 1), для крѣпкой ручки, при помощи которой нѣсколько рабочихъ ударами и вращеніемъ легко вбиваетъ щупъ въ грунтъ.

О свойствѣ верхнихъ слоевъ земли уже можно судить, ударяя грунтъ ухомъ щупа, при чемъ ясный звукъ указываетъ на плотный грунтъ, глухой звукъ на рыхлый, — даже въ такомъ случаѣ, если верхній слой кажется твердымъ. При подпочвѣ изъ торфа получается поразительно глухой звукъ.

По шороху и дрожанію при вбиваніи острія щупа въ грунтъ до нѣкоторой степени можно судить не только о плотности, но и о родѣ пробитыхъ слоевъ. Песокъ и гравій скрипятъ по щупу, суглинокъ оказывается вязкимъ, торфъ пустымъ или жирнымъ и нерѣдко бываетъ неодинаковаго сопротивленія, а растительная земля даетъ глухой звукъ. Если штанга двигается въ слояхъ изъ песка или гравія, то она шлифуется и становится блестящею а въ глинѣ и суглинкѣ, приставшими частицами, она показываетъ желтоватую или синеватую окраску; въ торфѣ штанга становится липкою. При насыщенномъ водою грунтѣ или при изслѣдованіи грунта подъ водою, приставшія къ штангѣ частицы земли смываются. Въ такомъ случаѣ щупъ снабжается такъ-называемыми карманами (Табл. 2, черт. 2), расположенными на разстояніи въ 1′ другъ отъ друга. Эти карманы наполняются только при выниманіи щупа, чѣмъ доставляется возможность, узнавать положеніе отдѣльныхъ слоевъ грунта.

Только-что описанный способъ изслѣдованія грунта даетъ довольно ненадежные и неточные результаты и требуетъ очень опытныхъ рабочихъ.

3) **Изслѣдованіе грунта посредствомъ земляного бура. Общія замѣчанія.** Этотъ способъ изслѣдованія грунта примѣняется тогда, если желаютъ узнать свойство, положеніе и толщину отдѣльныхъ слоевъ грунта въ большой глубинѣ, при чемъ послѣдняя въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ рѣдко превосходитъ 65′.

Буровыя скважины производятся въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ грунтъ долженъ выдерживать грузъ болѣе тяжелыхъ частей возводимаго зданія.

Посредствомъ бура или другихъ подъемныхъ приспособленій вынимаютъ изъ буровой скважины разрыхленный матеріалъ грунта и узнаютъ этимъ, какъ и на основаніи достигнутой глубины буровой скважины, свойство грунта.

Буровыя скважины получаютъ поперечникъ отъ 5″ до 6″.

Производство буровыхъ работъ. Буреніе производится слѣдующимъ образомъ. Надъ мѣстомъ производимой буровой скважины устанавливается деревянный треножникъ (Таб. 2, черт. 3), состоящій изъ трехъ бревенъ a, которыя въ мѣстѣ встрѣчи соединены между собою болтомъ; къ послѣднему подвѣшивается блокъ b или полиспастъ, по которому проводится крѣпкій канатъ c. Одинъ конецъ этого каната обертывается вокругъ ворота d, прикрѣпленнаго къ двумъ бревнамъ треножника, между тѣмъ какъ къ другому концу подвѣшиваются желѣзныя штанги съ буромъ. Упомянутый канатъ служитъ, при помощи ворота, для погруженія и вытягиванія тяжелаго бура, а, кромѣ того, имѣетъ еще цѣлью, посредствомъ тонкихъ веревокъ подымать и опускать буръ.

Обсадная труба. Въ рыхломъ грунтѣ стѣнки буровой скважины предохраняются отъ обваливанія обсадною трубою съ поперечникомъ, который на 2″ больше поперечника бура, т.-е. приблизительно отъ 5″ до 6″. Обсадная труба составляется, смотря по надобности, изъ нѣсколькихъ частей длиною отъ 15′ до 20′, а толщина стѣнокъ дѣлается въ 7 mm. Для производства стыковъ приклепана къ верхнему концу каждой части трубы муфта, въ которую вставляется нижній конецъ слѣдующей части, приклепываемый, при-

паиваемый или, лучше всего, привинчиваемый къ муфтѣ винтами съ круглыми головками (Таб. 2, черт. 4). Иногда отдѣльныя части обсадной трубы свинчиваются безъ помощи муфты (Таб. 2, черт. 5). Для этой цѣли концы частей снабжены винтовыми нарѣзками. Внутренняя поверхность обсадной трубы должна быть очень гладка, почему и стѣнки ея дѣлаются, лучше всего, изъ листового желѣза съ заостреннымъ и немного уширеннымъ нижнимъ краемъ, который снаружи усиливается наложеннымъ желѣзнымъ кольцомъ. Смотря по роду грунта, нижній край трубы также насталивается или снабжается зубцами. При грунтахъ, свободныхъ отъ камней и дерева, нижній конецъ трубы можетъ снабжаться винтовыми нарѣзками, чѣмъ погруженіе ея при поворачиваніи облегчается.

При незначительной глубинѣ обсадныя трубы погружаются, лучше всего, поворачиваніемъ при помощи приспособленій, показанныхъ на таблицѣ 2, черт. 6 и 7. Иногда погруженію обсадной трубы способствуется нагруженіемъ вѣтвей выше показанныхъ приспособленій. Погруженіе обсадной трубы происходитъ одновременно съ постепеннымъ углубленіемъ буровой скважины.

Вбиваніе обсадной трубы трамбовкою по возможности избѣгается, такъ-какъ при этомъ тонкія стѣнки ея легко могутъ повреждаться.

Инструменты для выниманія обсадной трубы представлены на таблицѣ 2, черт. 8—10.

Штанги земляного бура. Буреніе производится поворачиваніемъ или ударами, для какой цѣли буръ прикрѣпленъ къ сплошнымъ желѣзнымъ штангамъ. Штангамъ бура, погружаемаго поворачиваніемъ, должно давать при незначительной глубинѣ толщину не меньше 1½″, а при значительной глубинѣ толщину въ 3″ и больше. Штанги обыкновенно составляются изъ нѣсколькихъ частей длиною отъ 7′ до 16′. Эти части соединяются между собою по чертежу 11 на таблицѣ 2.

Верхняя часть штангъ, такъ-называемая головка, оканчивается кольцомъ, за которое привязывается канатъ или цѣпь для вытаскиванія штангъ. Приспособленіе для вращенія штангъ, поперечное сѣченіе которыхъ непремѣнно должно быть квадратной формы, показано на таблицѣ 2, черт. 12.

Если слѣдуетъ разобрать штанги, то онѣ поддерживаются надъ буровою скважиною такъ-называемымъ ключомъ (Таб. 2, черт. 13). Этотъ ключъ можетъ наставляться на произвольномъ мѣстѣ и привѣшивается ко второму канату ворота.

Приспособленіе для такой же цѣли представлено на таблицѣ 2, черт. 14. Иногда ломаются штанги бура; тогда употребляютъ для вытаскиванія части, оставшейся въ буровой скважинѣ, ловильный приборъ (Таб. 2, черт. 15), захватывающій сломанную штангу острыми кромками винтовыхъ нарѣзокъ. На таблицѣ 2, черт. 16 и 17 показаны ловильные приборы, у которыхъ захватываніе сломанныхъ штангъ производится помощью небольшого кулачка или зубьевъ.

Стыки штангъ должно сдѣлать какъ можно крѣпче, чтобы въ этихъ мѣстахъ никогда не случался переломъ, такъ-какъ въ такомъ случаѣ гораздо труднѣе, ловильнымъ приборомъ захватить штанги.

Форма земляныхъ буровъ. Форма земляныхъ буровъ должна быть приспособлена къ роду грунта, въ которомъ производится буреніе, и бываетъ поэтому очень различна. Для мягкихъ и рыхлыхъ породъ земли, какъ-то: для чернозема, болота и глины употребляются преимущественно цилиндрическіе буры съ проходящею насквозь заостренною книзу осью, винтообразнымъ разрѣзаннымъ дномъ и прорѣзанными стѣнками изъ насталеннаго листового желѣза (Таб. 2, черт. 18). Поперечникъ бура дѣлается отъ 4″ до 6″. Ширина прорѣза стѣнокъ зависитъ отъ вязкости грунта. Если послѣдняя очень незначительна, то буръ дѣлается совершенно закрытымъ.

Въ болѣе плотномъ грунтѣ поворачиваніе бура бываетъ затруднительно; въ такомъ случаѣ рекомендуется такъ-называемый ложечный буръ (Таб. 2, черт. 19). Выступающіе обрѣзки стѣнокъ и дна снабжены лезвіями изъ листовой стали.

Для сухой глины, оказывающей, вслѣдствіе примѣси песка, рыхлый видъ, предпочитается форма бура, показанная на таблицѣ 3, черт. 23. Грунтъ, захваченный буромъ такой формы, не такъ легко можетъ выпасть.

Для перерѣзыванія дерна и кореньевъ пользуются буровымъ рѣзакомъ по таблицѣ 2, черт. 20.

Иль, песокъ и гравій, смѣшанные водою, вытекали бы изъ описанныхъ до сихъ поръ буровъ. Для такихъ породъ земли примѣняется желонка, состоящая изъ закрытаго, книзу заостреннаго ци-

линдра съ клапаномъ (Таб. 3, черт. 24) или шаромъ (Таб. 2, черт. 21). При ударахъ о грунтъ буры такого вида наполняются послѣднимъ.

Если погруженію бура препятствуетъ дерево или камень, то они удаляются разрушеніемъ, или слѣдуетъ произвести новую буровую скважину въ другомъ мѣстѣ.

Для разрушенія названныхъ матеріаловъ служатъ обыкновенный долотчатый буръ (Таб. 2, черт. 22), крестообразный или коронный долотчатый буръ (Таб. 2, черт. 23) и буръ, показанный на таблицѣ 2, черт. 24.

Для захватыванія и вытаскиванія небольшихъ камней служатъ инструменты, представленные на таблицѣ 2, черт. 25 и 26.

Если слѣдуетъ производить буреніе въ очень жидкомъ плывунѣ, подымающемся въ обсадной трубѣ, то это дѣлается, лучше всего, при помощи нагнетанія воды. Этотъ способъ рекомендуется для всѣхъ легко размываемыхъ породъ земли, такъ-какъ онъ несравненно скорѣе ведетъ къ цѣли. Труба для воды доводится до нижняго конца обсадной трубы; вверху она соединена рукавомъ съ насосомъ или водопроводомъ. Вытекающая у дна буровой скважины вода размываетъ грунтъ и вытѣсняетъ его кверху въ промежуткѣ между обсадною и водяною трубами.

Для изслѣдованія грунта указанный способъ менѣе пригоденъ, такъ-какъ онъ не доставляетъ возможности, судить о толщинѣ слоевъ и порядкѣ ихъ.

4) **Забивка пробныхъ свай.** Помощью забивки пробныхъ свай бываетъ возможнымъ, узнавать лишь сопротивленіе грунта въ мѣстѣ забивки свай, при чемъ родъ и наслоеніе его остаются неизвѣстными. Только тогда, если извѣстно, что наслоенія грунта въ окрестности забитой пробной сваи не измѣняются, дозволяются общія заключенія относительно сопротивленія грунта. О сопротивленіи грунта можно судить на основаніи болѣе или менѣе скораго прониканія свай въ грунтъ, при опредѣленныхъ числѣ ударовъ и вѣсѣ копровой бабы и при опредѣленной высотѣ паденія ея.

Предлагаемый способъ изслѣдованія грунта примѣняется лишь тогда, если приходится предполагать, что основаніе возводимаго зданія при помощи забитыхъ свай неизбѣжно.

Въ такомъ случаѣ указанный способъ даетъ возможность узнавать длину забиваемыхъ свай и нужный вѣсъ и высоту паденія копровой бабы.

5) **Изслѣдованіе грунта пробными нагрузками.** Способъ изслѣдованія грунта пробными нагрузками требуетъ много времени и издержекъ, и даетъ, особенно при эластичномъ грунтѣ, мало надежные результаты.

Раздѣленіе грунта. Смотря по степени сопротивленія грунта и по сложности основаній, требуемыхъ для того, чтобы придать ненадежному грунту способность, выдерживать нагрузку зданія, можно раздѣлять грунты, на три слѣдующія группы:

1) **Хорошій грунтъ,** т.-е. плотный и несжимаемый, не требующій особенной подготовки, чтобы выдерживать нагрузку зданія.

Сюда относятся: скала, такъ-называемый естественная, гравій, песокъ, сухая глина и сухой суглинокъ, залегающіе достаточно толстыми слоями.

2) **Средній грунтъ,** достаточная подготовка котораго для извѣстной цѣли требуетъ уже болѣе значительныхъ техническихъ средствъ. Къ грунтамъ такого рода принадлежатъ сыпучій песокъ, глина и суглинокъ, содержащіе въ себѣ много воды, мергельная земля, а также песчаный грунтъ, смѣшанный съ глиною и суглинкомъ.

3) **Слабый грунтъ.** Такъ называется грунтъ, на которомъ можно возводить зданіе только при помощи значительныхъ техническихъ средствъ. Къ грунтамъ такого рода причисляются растительная, торфяная и болотистая земли и всякій наносный, случайный грунтъ.

Слой грунта, лежащій ниже линіи промерзанія его, защищенный отъ размыва и залегающій пластомъ достаточной толщины для выдерживанія нагрузки всякихъ сооруженій, называется материкомъ.

Основанія. I. Основанія на хорошемъ грунтѣ. Если материкъ состоитъ изъ скалы, которая залегаетъ непрерывнымъ пластомъ толщиною приблизительно до 10′, и почти горизонтально, то только приходится снять верхній слой грунта на столько, на сколько онъ вывѣтрился дѣйствіемъ воды и мороза; затѣмъ располагаютъ подошву фундамента возводимаго зданія подъ одинъ уровень.

Если слой скалистаго грунта обладаетъ наклономъ, то подошва фундамента располагается уступами съ горизонтальными подошвами, чѣмъ избѣгаются значительныя земляныя работы, которыя потребовались бы при расположеніи подошвы фундамента подъ одинъ уровень.

Если грунтъ состоитъ изъ плотныхъ породъ земли выше приведенныхъ видовъ, залегающихъ достаточно толстымъ слоемъ, то только необходимо, располагать подошву фундамента ниже линіи промерзанія грунта, такъ-какъ сырая земля, разбухнувъ отъ дѣйствія мороза, при растаиваніи опять уменьшается въ объемѣ, отчего происходитъ движеніе зданія, которое, при частомъ повтореніи, можетъ быть причиною опасныхъ поврежденій въ видѣ трещинъ въ стѣнахъ зданія. Глубина линіи промерзанія грунта зависитъ отъ климата; въ сѣверныхъ странахъ она находится въ глубинѣ отъ $4^1/_2{}'$—$5'$ и болѣе.

II. Основанія на среднемъ грунтѣ. Средній грунтъ двоякимъ образомъ дѣлается способнымъ, сопротивляться нагрузкѣ зданія: улучшеніемъ грунта или распредѣленіемъ груза зданія на бо́льшую площадь его.

a. *Улучшеніе грунта.* Улучшеніе грунта производится различнымъ образомъ.

1) **Утрамбованіе грунта.** Грунтъ искусственнымъ образомъ уплотняется утрамбованіемъ ручною бабою. Этотъ способъ улучшенія примѣняется только при сухомъ грунтѣ, и даже въ этомъ случаѣ онъ даетъ ненадежные результаты, между тѣмъ какъ при рыхломъ пескѣ и размягченномъ глинистомъ грунтѣ совершенно не годится.

2) **Поливка водою.** Сопротивленіе рыхло насыпанныхъ слоевъ крупнаго песка или мелкаго гравія увеличивается осторожнымъ поливаніемъ ихъ значительнымъ количествомъ воды, чѣмъ отдѣльныя зерна болѣе приближаются другъ къ другу и промежутки между ними дѣлаются меньшими.

3) **Втрамбованіе строительнаго мусора** или **щебня.** При всѣхъ почти мягкихъ породахъ земли, даже при размягченной глинѣ и суглинкѣ и сыпучемъ пескѣ, достигаютъ значительнаго укрѣпленія грунта, втрамбовывая въ него 2 или 3 слоя строительнаго мусора или щебня. Это дѣлается при помощи тяжелыхъ ручныхъ бабъ или обыкновеннаго ручного копра, установленнаго на поверхности земли по обѣимъ сторонамъ фундаментныхъ рвовъ. Вѣсъ копровой бабы долженъ составлять отъ 6 до 9 пудовъ (100 до 150 kg). Вырываютъ фундаментные рвы нѣсколько шире, чѣмъ этого требуетъ ширина подошвы фундаментныхъ стѣнъ и крѣпко утрамбовываютъ дно ихъ; затѣмъ насыпаютъ въ нихъ слой строительнаго мусора или щебня толщиною въ $1'$ и утрамбовываютъ его такъ, чтобы мягкая земля выступала вверхъ между крупными кусками мусора или щебня, или чтобы послѣдніе совершенно размельчались; затѣмъ слѣдуетъ второй и, въ случаѣ надобности, еще нѣсколько слоевъ. При благопріятныхъ условіяхъ, слой плотно утрамбованнаго мусора или щебня оказывается уже достаточнымъ для двухъ-этажнаго зданія. Обыкновенно дѣлается толщина слоя не меньше $3'$.

Еще лучшіе результаты получаются, если щебень замѣняется маленькими камнями, поставленными ребромъ.

При основаніяхъ у воды или въ водѣ этотъ способъ укрѣпленія грунта не примѣняется, даже не въ такомъ случаѣ, если фундаментъ огражденъ шпунтовою стѣнкою.

4) **Забивка свай.** Уплотненіе грунта достигается въ еще высшей степени забивкою свай толщиною отъ $3^1/_2{}''$ до $7''$. Чѣмъ ближе сваи расположены другъ къ другу, тѣмъ лучше будетъ уплотненіе грунта. Сваи всегда должны оставаться подъ уровнемъ грунтовыхъ водъ.

Этотъ способъ укрѣпленія грунта примѣняется съ хорошимъ успѣхомъ, но стоимость его весьма значительна.

b. *Распредѣленіе груза зданія на бо́льшую площадь грунта.* Распредѣленіемъ груза зданія на бо́льшую площадь достигается уменьшеніе сжатія на единицу площади грунта. Распредѣленіе производится уширеніемъ подошвы фундамента самого или устройствомъ промежуточныхъ сооруженій между подошвою фундаментной кладки зданія и грунтомъ.

1) **Уширеніе подошвы фундамента.** Уширеніе подошвы фундамента обыкновенно сопровождается одновременнымъ углубленіемъ ея. Уширеніе производится откосомъ или уступами большей или меньшей вышины, какъ это показываютъ чертежи 25 и 26, таб. 3. Обрѣзамъ отдѣльныхъ уступовъ фундамента даютъ, лучше всего ширину: при кирпичной кладкѣ въ четверть кирпича и при булыжной или бутовой кладкѣ отъ $3''$ до $6''$ по обѣимъ сторонамъ; иначе выступы кладки легко могутъ сломаться. Надежная передача груза зданія уступами фундамента на грунтъ достигается, если отношеніе ширины обрѣза къ вышинѣ уступа находится между предѣлами 1 : 1 и 1 : 2. Отно

шеніе 1 : 1 выбирается только при очень благопріятныхъ условіяхъ, между тѣмъ какъ отношеніе 1 : 2 оказывается во всѣхъ случаяхъ подходящимъ.

Увеличеніе подошвы фундамента и, вслѣдствіе этого, передача груза зданія на бóльшую площадь грунта достигается также обратными сводами, упирающимися въ параллельныя фундаментныя стѣны. Отдѣльные сильно нагруженные фундаментные столбы соединяются между собою обратными арками (Таб. 3, черт. 27). При производствѣ работы выкапывается сперва грунтъ между фундаментными стѣнами такъ, чтобы онъ получилъ форму обратныхъ сводовъ или арокъ, а затѣмъ производится кладка сводовъ или арокъ употребительнымъ образомъ.

Форма обратныхъ сводовъ бываетъ почти исключительно цилиндрическая.

2) **Промежуточныя сооруженія между подошвою фундаментной кладки и грунтомъ.** Если надежный грунтъ находится на недостижимой глубинѣ и необходимо, возвести зданіе въ незначительной глубинѣ на сильно сжимаемомъ грунтѣ, то при устройствѣ фундаментовъ слѣдуетъ обратить особое вниманіе на уменьшеніе опусканія зданія и, еще болѣе, на предохраненіе послѣдняго отъ неравномѣрной осадки.

Для этой цѣли оказываются годными бетонные и песчаные слои, слои большихъ камней и лежачіе деревянные ростверки, которые лучше распредѣляютъ книзу давленіе, производимое зданіемъ, чѣмъ фундаменты изъ обыкновенной кладки, и стоимость которыхъ обыкновенно меньше.

a. Бетонные слои. Фундаментная плита изъ бетона представляетъ однородный монолитъ безъ постельныхъ швовъ и стыковъ, и поэтому, при подходящей толщинѣ и ширинѣ, хорошо можетъ распредѣлять производимое зданіемъ давленіе по грунту.

Фундаменты изъ бетона устраиваются на сухомъ и мокромъ грунтѣ и совсѣмъ подъ водою. Слой цементнаго бетона оказывается особенно выгоднымъ при присутствіи воды въ фундаментныхъ рвахъ, такъ-какъ онъ дѣлаетъ излишнимъ очень дорогое вычерпываніе воды изъ нихъ.

При высокихъ цѣнахъ за строительные камни, бетонные фундаменты обходятся дешевле, чѣмъ таковые изъ обыкновенной кладки, особенно тогда, если при выкапываніи фундаментныхъ рвовъ добываются песокъ, гравій или гальки.

Бетонная масса составляется изъ смѣсей изъ портландскаго цемента, песка, каменоугольной золы и щебня, шлаковъ или гравія, смотря по тому, какіе изъ этихъ матеріаловъ легче доставать. Кирпичный щебень употребляется для приготовленія бетона только тогда, если онъ не предназначенъ, сопротивляться значительной нагрузкѣ.

Хотя для бетонныхъ фундаментовъ въ сухомъ грунты можно употреблять воздушный известковый растворъ, то, не смотря на то, предпочитается гидравлическій, скоро отвердѣвающій бетонъ, который уже въ непродолжительное время принимаетъ твердость камня. Вслѣдствіе этого не слѣдуетъ опасаться осадки цѣлаго зданія, происходящей отъ медленнаго отвердѣванія фундаментной кладки, если послѣдняя устроена на известковомъ растворѣ.

Составъ бетона зависитъ отъ различныхъ условій. Если фундаментные рвы должны предохраняться отъ прониканія воды, то необходимо употреблять въ дѣло хорошій плотный цементный бетонъ, между тѣмъ какъ для строеній незначительныхъ размѣровъ и небольшого вѣса и при мало сжимаемомъ грунтѣ оказывается достаточнымъ бетонъ средняго качества. Если, напротивъ того, бетонный слой долженъ распредѣлять тяжелые грузы (4 kg/cm² и болѣе) по сильно сжимаемому грунту или если онъ долженъ служить для заглушенія ключей, то требуются наилучшій сортъ бетона и очень тщательное производство работы.

Вообще получается хорошій плотный бетонъ, если смѣшивается 1 объемъ готоваго цементнаго раствора съ 2-мя объемами щебня или гравія.

Если употребляютъ въ дѣло гравій или если отдѣльные слои бетона при насыпкѣ въ фундаментныхъ рвахъ трамбуются, то количество щебня или гравія можетъ быть принимаемо нѣсколько больше, чѣмъ въ такомъ случаѣ, если каменный матеріалъ въ бетонѣ состоитъ изъ каменнаго или кирпичнаго щебня и бетонъ просто погружается въ воду и не трамбуется. Между тѣмъ какъ для приготовленія бетона вообще оказывается достаточнымъ растворъ изъ 1 ч. цемента и 3 ч. песку, въ послѣднемъ случаѣ иногда употребляются бетоны, въ составъ которыхъ входитъ болѣе жирный растворъ изъ 1 ч. цемента и 2 до 2½ ч. песку.

Въ виду только-что сказаннаго рекомендуются слѣдующія смѣси бетона:

1. Цементъ + песокъ + щебень = 1 + 2 + 4 до 4,5
„ + „ + „ = 1 + 2,5 + 4,5 до 5
„ + „ + „ = 1 + 3 + 5 до 6
2. Цементъ + песокъ + гравій = 1 + 2 + 4,5 до 5
„ + „ + „ = 1 + 2,5 + 5 до 5,5
„ + „ + „ = 1 + 3 + 5,5 до 6,5

Встрѣчаются еще болѣе тощія смѣси, какъ напримѣръ 1 ч. цемента, 3½ ч. песку и 7 ч. щебня или гравія и 1 ч. цемента, 4 ч. песку и 8 ч. щебня или гравія. Но эти бетоны употребляются для фундаментовъ только при благопріятныхъ условіяхъ. Относительно приготовленія бетона указываемъ на главу о строительныхъ матеріалахъ, а относительно вычисленія количества составныхъ частей бетона на статью о вычисленіи потребныхъ матеріаловъ для главнѣйшихъ каменныхъ работъ.

Толщина бетонной фундаментной плиты зависитъ отъ качества бетона, отъ степени сжимаемости грунта, отъ величины нагрузки и, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, также отъ напора грунтовыхъ водъ. О послѣднемъ случаѣ поговоримъ въ статьѣ о предохраненіи подвальныхъ помѣщеній отъ проникапія грунтовыхъ водъ снизу.

Полагается, что хорошій гидравлическій бетонъ слоемъ толщиною въ 3⅓′ (1 m), при мало сжимаемомъ грунтѣ и вообще при благопріятныхъ условіяхъ, можетъ выдерживать нагрузку отъ 4 до 5 kg/cm² (до 2 пуд./дм².). Если, напротивъ того, грунтъ очень сжимаемъ или неоднороденъ, или если нагрузка неравномѣрно распредѣлена по грунту, то сжатіе на бетонный слой должно быть принимаемо не свыше 2,5 kg/cm² (1 пуд./дм².). Если нагрузка бетоннаго слоя превосходитъ эти предѣлы, то слѣдуетъ соотвѣтственно уширить подошву фундаментной кладки зданія.

При обыкновенныхъ условіяхъ толщина бетонной фундаментной плиты можетъ дѣлаться отъ 2½′ до 3⅓′ (0,75 до 1 m), а при незначительной нагрузкѣ также меньше, т.-е. въ 2′ (0,60 m) и даже 1′8″ (0,50 m).

Ширина бетоннаго слоя зависитъ отъ степени сопротивленія грунта. Если послѣднее это допускаетъ, то бетонный слой дѣлается такой ширины, чтобы онъ выступалъ изъ-за края основанія фундамента на ¾ своей толщины. Но если при этомъ превосходится допускаемое сопротивленіе грунта, то бетонный слой можетъ выступать также на цѣлую свою толщину. Въ такомъ случаѣ можно опредѣлить ширину бетоннаго слоя, проводя прямую линію подъ угломъ въ 45° отъ наружнаго края основанія фундаментной кладки зданія до плоскости подошвы бетоннаго слоя (Таб. 3, черт. 28). При такой ширинѣ можно приготовлять бетонъ довольно тощимъ. Угловыя части a могутъ отбрасываться, такъ-что получается бетонный слой съ увеличивающимся книзу горизонтальнымъ поперечнымъ сѣченіемъ. Но обыкновенно форма бетонной фундаментной плиты бываетъ параллелопипедическая.

Толщину бетоннаго слоя можно опредѣлить при помощи слѣдующей формулы.

Означаютъ (Таб. 5, черт. 1):

P — нагрузку, производимую сооруженіемъ выше поверхности земли на 1 m длины фундаментной стѣны въ kg,

γ — вѣсъ 1 cbm земли и кладки въ среднемъ въ kg,

γ_1 — вѣсъ 1 cbm бетона въ kg,

k — допускаемую нагрузку грунта въ kg/m².

Относительно значенія буквъ B, b, t, d и α указываемъ на чертежъ 1, таб. 5.

Условіемъ равновѣсія будетъ:

$$k\,(b+2\,d\,tg\,\alpha)=P+\gamma.\,t\,(b+2\,d\,tg\,\alpha)+\gamma_1\,d\,(b+2\,d\,tg\,\alpha)$$

Рѣшая уравненіе относительно k, получимъ:

$$k=\frac{P}{b+2\,d\,tg\,\alpha}+\gamma\,t+\gamma_1\,d$$

Можно принять $\gamma = 1800$ kg, $\gamma_1 = 2200$ kg и $tg\,\alpha = 0{,}75$. Тогда уравненіе перепишемъ слѣдуюшимъ образомъ:

$$k=\frac{P}{b+2.\,0{,}75.\,d}+1800\,t+2200\,d$$

Если принять $tg\,\alpha = 1$, то

$$k=\frac{P}{b+2\,d}+1800\,t+2200\,d$$

Для вычисленія k берутъ такое значеніе для d, чтобы полученное изъ уравненія значеніе для k не превосходило допускаемой нагрузки грунта.

Если, напримѣръ, допускаемая нагрузка грунта можетъ быть принимаема въ 18 000 kg/m² и $P = 35\,000$ kg, $b = 1{,}2$ m, $t = 2{,}5$ m и если принимается $tg\alpha = 1$ и $d = 1$ m, то будетъ:

$$k=\frac{35000}{1{,}2+2.1.1}+1800\,.\,2{,}5+2200\,.\,1=17638$$

Это значеніе для k меньше допускаемой нагрузки грунта, и, поэтому, $d = 1$ m представляетъ подходящую толщину бетоннаго слоя.

При большихъ зданіяхъ устраивается подъ каждою стѣною и каждымъ столбомъ отдѣльный

бетонный фундаментъ, но если помѣщенія въ зданіи незначительной величины, такъ-что разстояніе стѣнъ другъ отъ друга не велико, или если грунтъ весьма сжимаемъ, такъ-что слѣдуетъ опасаться подыманія ненагруженной части его, то лучше располагается подъ цѣлымъ зданіемъ безпрерывный бетонный слой подходящей толщины.

При отсутствіи грунтовыхъ водъ, просто вырываютъ для бетоннаго слоя фундаментные рвы, лучше всего, съ вертикальными боками, служащими формою для бетонной насыпки (Таб. 5, черт. 1a). Если у грунта нѣтъ достаточнаго сцѣпленія и плотности, такъ-что слѣдуетъ опасаться обваливанія вертикальныхъ боковъ фундаментныхъ рвовъ, то укрѣпляютъ или ограждаютъ ихъ досчатыми стѣнками, которые по отвердѣніи бетона вынимаютъ. Промежутокъ между бетоннымъ слоемъ и боками рвовъ заполняется утрамбованною землею.

Передъ насыпаніемъ бетона тщательно выравниваютъ дно фундаментныхъ рвовъ подъ одинъ уровень, а затѣмъ бетонъ насыпается слоями толщиною отъ 4″ до 12″ и утрамбовывается. Стыки отдѣльныхъ горизонтальныхъ слоевъ, образующихъ бетонную фундаментную плиту, должны быть расположены въ перевязку.

Бетонныя работы должны производиться по возможности безъ прекращенія, чтобы получить совершенно однородный монолитъ равнаго сопротивленія.

Бетонъ, при производствѣ работы, тщательно долженъ предохраняться отъ замаранія землею, чѣмъ онъ портится.

При трамбованіи бетона должно обратить вниманіе на то, чтобы растворъ отъ ударовъ не выступалъ наружу, такъ-какъ трамбованіе имѣетъ только цѣлью придать камешкамъ въ бетонѣ самое лучшее положеніе и равномѣрно распредѣлить растворъ по всей бетонной массѣ.

Бетонъ приготовляется непосредственно передъ употребленіемъ въ дѣло, или въ фундаментныхъ рвахъ самихъ, или внѣ ихъ. При равныхъ условіяхъ предпочитаютъ послѣднее, при чемъ бетонъ, при небольшой глубинѣ фундаментныхъ рвовъ, насыпается лопатами, а при большей глубинѣ — по наклоннымъ плоскостямъ.

При бетонныхъ работахъ на сушѣ непремѣнно слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы сухой грунтъ не лишалъ бетонъ воды, необходимой для отвердѣванія его; иначе онъ достигаетъ только незначительной степени сопротивленія. Въ виду этого, бетонъ отъ времени до времени поливается водою или покрывается смоченными рогожами.

Сильный жаръ, по такой же причинѣ, вреденъ для бетона, почему и слѣдуетъ защищать его отъ дѣйствія солнечныхъ лучей. При важныхъ постройкахъ бетонныя работы иногда производятся подъ навѣсомъ.

Подобнымъ образомъ, какъ на сушѣ, устраивается бетонная фундаментная плита также въ такомъ случаѣ, если вода покрываетъ дно фундаментныхъ рвовъ высотою только въ нѣсколько дюймовъ.

Если, напротивъ того, въ фундаментныхъ рвахъ находится много воды, то передъ насыпаніемъ бетона и во время насыпанія его можно вычерпывать ее. Но, вслѣдствіе этого, рыхлыя породы земли легко могутъ двигаться къ фундаментнымъ рвамъ, почему въ такомъ случаѣ послѣдніе лучше ограждаютъ плотными шпунтовыми стѣнками (Таб. 5, черт. 1 b) или забитыми вертикальными досками, расположенными въ разбѣжку. Между этими стѣнками вырывается грунтъ и производится бетонированіе, при безпрерывномъ вычерпываніи воды. Шпунтовыя стѣнки, лучше всего, не удаляются послѣ окончанія бетонныхъ работъ, если приходится опасаться, что размягченный водою грунтъ подъ бетоннымъ фундаментомъ можетъ подаваться въ сторону. Но тогда шпунтовыя стѣнки должны срѣзаться подъ низкимъ уровнемъ грунтовыхъ водъ и снабжаться насадкою, обыкновенно въ видѣ схватокъ.

Вычерпываніемъ воды грунтъ, состоящій изъ песка или гравія, иногда совершенно разрыхляется и, вслѣдствіе этого, теряетъ необходимое сопротивленіе, такъ-что рекомендуется производить бетонированіе подъ водою. При этомъ возводятъ бетонный слой нѣсколько выше уровня воды, такъ-что можно устраивать фундаментныя стѣны на сушѣ. Этимъ вычерпываніе воды совершенно избѣгается. Или дѣлаютъ бетонный слой настолько толстымъ, чтобы вѣсъ его уравновѣшивался съ давленіемъ воды, дѣйствующимъ снизу вверхъ на него, а затѣмъ вычерпываютъ воду изъ фундаментныхъ рвовъ. Но это дѣлается не раньше, чѣмъ въ то время, когда бетонъ уже совершенно отвердѣлъ, т.-е. по прошествіи 2 до 4 недѣль. Затѣмъ производятъ кладку фундаментныхъ стѣнъ на сушѣ. Землю подъ водою вычерпываютъ до глубины въ 7′

при помощи землечерпательнаго ковша (Таб. 5, черт. 2), а до глубины въ 20′— посредствомъ бура съ мѣшкомъ (Табл. 5, черт. 3). Большіе камни не удаляются, а опускаютъ ихъ, вычерпывая вокругъ ихъ землю, но древесные стволы во всякомъ случаѣ размельчаются и устраняются.

Бетонъ подъ водою не утрамбовывается и не разстилается, а только сглаживается, лучше всего, каткомъ, чѣмъ онъ и нѣсколько уплотняется.

При уровнѣ воды отъ 3′ до 4′ надъ дномъ фундаментныхъ рвовъ, можно производить бетонную насыпку лопатами. Но если вода не вполнѣ находится въ покоѣ или уровень воды выше 3′ до 4′, то погружается бетонъ въ воду при помощи особыхъ приспособленій, которыя должны быть устроены такъ, чтобы бетонъ по возможности меньше соприкасался съ водою и, прежде всего, былъ предохраненъ отъ дѣйствія текущей воды, вымывающей цементъ изъ бетонной массы.

Наиболѣе употребительныя изъ такихъ приспособленій слѣдующія.

Воронка. Воронка изготовляется изъ дерева или листового желѣза и катается на тележкѣ (Таб. 5, черт. 4), длина которой должна быть не больше 35′, такъ-какъ при большей длинѣ устройство телѣжки затруднительно; или воронка катается непосредственно по насадкамъ шпунтовыхъ стѣнокъ (Таб. 5, черт. 5 и 6), ограждающихъ фундаментные рвы, если послѣдніе имѣютъ небольшую ширину.

Во время укладыванія бетона, воронка должна быть наполнена выше уровня воды. При движеніи воронки впередъ, бетонная масса внизу вытекаетъ и вверху должна быть соотвѣтственно дополняема.

Для удобнаго опоражниванія, воронки часто устраиваются съ параллельными стѣнками или съ нѣсколько расширяющимися книзу отверстіемъ.

Нижній конецъ воронки отстоитъ отъ уже погруженнáго бетоннаго слоя на толщину свѣже-укладываемаго. Свѣже-насыпанный бетонъ сглаживается однимъ или двумя катками, прикрѣпленными къ нижнему концу воронки.

Воронки примѣняются при глубинѣ погруженія до 25′.

Бетонированіе при помощи воронки оказываетъ тотъ недостатокъ, что бетонная фундаментная плита составляется изъ многочисленныхъ и часто также узкихъ полосъ, изъ которыхъ каждая поверхностью соприкасается съ водою, при чемъ растворъ болѣе или менѣе вымывается изъ бетонной массы и, выступая на поверхность слоя въ иловатомъ видѣ, препятствуетъ сцѣпленію смежныхъ слоевъ.

При прекращеніи бетонной работы вечеромъ, воронка, лучше всего, опоражнивается, а, при началѣ вновь работы, снова наполняется.

Ящики. Ящики обыкновенно изготовляются цилиндрической формы и подвѣшены къ подвижнымъ козламъ съ блокомъ для подыманія ихъ (Таб. 5, черт. 7, 8 и 9).

Погруженіе бетона помощью ящиковъ представляетъ ту выгоду, что бетонъ менѣе соприкасается съ водою и связь бетонной массы менѣе разрушается.

Ящики примѣняютъ при глубинѣ погруженія, большей 25′.

Погруженіе бетона при помощи ящиковъ и опоражниваніе послѣднихъ должно производиться медленно, чтобы цементъ не вымылся, но безпрерывно, чтобы содержащійся въ ящикѣ бетонъ могъ сцѣпиться съ погруженнымъ уже бетономъ, прежде чѣмъ растворъ послѣдняго схватился.

β. *Песчаные слои.* Основанія зданій на песчаныхъ слояхъ основываются на свойствѣ песка, передавать нагрузку подъ угломъ приблизительно въ 45° на грунтъ. Этимъ уменьшается давленіе на единицу полощади послѣдняго. Большое значеніе для передачи давленія на грунтъ песчанымъ слоемъ имѣетъ еще то обстоятельство, что давленіе сначала возрастаетъ съ увеличиваніемъ толщины песчанаго слоя; но если она еще дальше увеличивается, тогда возрастаніе давленія на грунтъ все болѣе и болѣе уменьшается и, наконецъ, при опредѣленной толщинѣ песчанаго слоя, совершенно прекращается, такъ-что давленіе на грунтъ остается неизмѣннымъ.

Въ виду этого, слишкомъ значительная толщина песчанаго слоя оказывается излишнею. Но такъ-какъ опыты доказали, что давленіе, передаваемое песчанымъ слоемъ на грунтъ, не равномѣрно, а возрастаетъ къ серединѣ слоя, то послѣдній не долженъ дѣлаться слишкомъ тонкимъ. Можно принимать предѣльными величинами для толщины песчанаго слоя 3′ 4″ и 10′ (1 m и 3 m). Послѣдняя толщина оказывается достаточною для самыхъ тяжелыхъ зданій. При толщинѣ песчанаго слоя отъ 5′ до 6½′ (1,5 до 2 m), допускаемая нагрузка

его можетъ быть принимаема въ 0,8 до 1,2 пуд./дм². (2 до 3 kg/cm²).

Песчаный слой бываетъ сжимаемъ, но если онъ достигъ опредѣленной степени плотности, тогда дальнѣйшая осадка его прекращается.

Сжимаемость песчанаго слоя происходитъ отъ того, что отдѣльныя зерна его приближаются другъ къ другу, вслѣдствіе чего песокъ, при углубленіи груза въ песчаный слой, не выпирается въ сторону.

Песчаные слои доставляютъ, при основаніи зданій, еще ту выгоду, что они образуютъ, нѣкоторымъ образомъ, мостъ черезъ особенно сильно сжимаемыя части грунта и передаютъ давленіе не только на дно, но и на боковыя поверхности прилегающаго грунта.

Всѣ эти отличныя качества песчаныхъ слоевъ обнаруживаются въ особенно замѣчательной мѣрѣ, если они состоятъ изъ чистаго кварцеваго песка, безъ землистыхъ примѣсей, съ шероховатыми острыми зернами средней величины. Лучше всего, употребляется песокъ, подобный тому, который идетъ на приготовленіе раствора.

Въ виду многочисленныхъ преимуществъ, основанія сооруженій на песчаныхъ слояхъ въ настоящее время справедливо получаютъ большое распространеніе, особенно при высокихъ сооруженіяхъ.

Основанія на песчаныхъ слояхъ рекомендуются при сильно сжимаемыхъ грунтахъ, въ особенности при иловатыхъ, болотистыхъ, торфяныхъ и жидко глинистыхъ, залегающихъ очень толстымъ слоемъ.

Часто основанія на песчаныхъ слояхъ оказываются болѣе надежными, чѣмъ при извѣстныхъ условіяхъ употребительныя основанія на свайныхъ ростверкахъ.

Кромѣ того, основанія на песчаныхъ слояхъ рекомендуются еще въ такомъ случаѣ, если материкъ находится въ достижимой еще, но довольно значительной глубинѣ, такъ-что фундаментныя стѣны потребовали бы очень много матеріала. Въ указанномъ случаѣ выкапываютъ сжимаемый слой земли до материка и затѣмъ заполняютъ фундаментные рвы до линіи промерзаніи грунта пескомъ, на которомъ возводятся фундаментныя стѣны.

Песчаные слои, по меньшей стоимости ихъ, иногда и при мало сжимаемомъ грунтѣ могутъ замѣнить бетонные слои и деревянные ростверки, если доставка песка обходится дешевле, чѣмъ доставка бетона и дерева.

Даже на строительномъ мусорѣ основаніе при помощи песчанаго слоя возможно.

Толщина песчанаго слоя зависитъ отъ величины нагрузки и степени сопротивленія грунта; но, какъ уже сказано было, толщина должна быть не меньше 3′ 4″ (1 m) и не больше 10′ (3 м).

Можно разсчитать толщину песчанаго слоя по подобной формулѣ, по которой расчитывается толщина бетоннаго слоя, при чемъ измѣняется только значеніе нѣкоторыхъ буквъ. А именно означаютъ: γ — вѣсъ 1 куб. метра песку, земли и кладки въ среднемъ и φ — уголъ естественнаго откоса песка.

Тогда формула слѣдующая (Таб. 5, черт. 10):

$$k = \frac{P}{b + 2 d \operatorname{tg} \varphi} + \gamma (d + t).$$

Если принята толщина d песчанаго слоя, то изъ этой формулы легко, вычислить давленіе, испытываемое грунтомъ подъ песчанымъ слоемъ.

Если, наоборотъ, допускаемая нагрузка грунта k извѣстна, то получается квадратное уравненіе для опредѣленія толщины d песчанаго слоя. Первый путь разсчета удобнѣе.

Для песчанаго слоя, совсѣмъ лежащаго выше уровня грунтовыхъ водъ, можно принять $\varphi = 40^0$, $\operatorname{tg}\varphi = 0{,}839$ и $\gamma = 1800$ kg. Тогда уравненіе перепишемъ такъ:

$$k = \frac{P}{b + 1{,}678 \,.\, d} + 1800 \, (d + t)$$

Если песчаный слой лежитъ весь подъ водою, то уголъ естественнаго откоса меньше, приблизительно $\varphi = 24^0$, $\operatorname{tg}\varphi = 0{,}445$ и $\gamma = 2000$ kg. Тогда уравненіе перейдетъ въ

$$k = \frac{P}{b + 0{,}89 \,.\, d} + 2000 \, (d + t)$$

Допускаемая нагрузка грунта k уменьшается съ увеличеніемъ угла φ естественнаго откоса, почему и выгодно, выбирать для песчанаго слоя крупнозернистый и шероховатый песокъ.

При опредѣленной допускаемой нагрузкѣ грунта k, толщина d песчанаго слоя будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше уголъ φ.

Иногда располагаютъ песчаный слой подъ цѣлымъ зданіемъ, но обыкновенно, по меньшей стоимости, довольствуются песчанымъ слоемъ только подъ фундаментными стѣнами.

Если фундаментные рвы органичены вертикальными боковыми поверхностями, то песчаный слой, по виду бетоннаго слоя, представляетъ парал-

лелепипедъ, но иногда насыпаютъ песчаный слой, для предупрежденія выпиранія песка, съ обратными откосами.

Если грунтъ сильно насыщенъ водою, то песчаный слой, для предохраненія его отъ размыва, долженъ быть огражденъ шпунтовыми стѣнками. Послѣднія оказываются необходимыми и въ такомъ случаѣ, если слѣдуетъ защищать песчаный слой отъ дѣйствія текущей, какъ и отъ стоячей открытой воды. Періодическое возвышеніе и пониженіе уровня грунтовыхъ водъ не оказываетъ вреднаго вліянія на песчаное основаніе между шпунтовыми стѣнками.

Песчаное основаніе насыпается отдѣльными слоями толщиною отъ 6″ до 12″. Каждый изъ этихъ слоевъ обильно поливается водою, чтобы песокъ плотно улегся и, кромѣ того, трамбуется ручными бабами или тяжелыми трамбовками. При трамбованіи укладываютъ на песчаный слой тонкія доски, для ходьбы рабочихъ, такъ-какъ иначе грунтъ разрыхляется. Уплотненіе отдѣльныхъ песчаныхъ слоевъ производится также тяжелыми катками.

Протекающая сквозь песчаный слой вода откачивается изъ ниже лежащаго пріемника.

Если вода не можетъ стекать ниже подошвы песчанаго слоя, то дальнѣйшее уплотненіе послѣдняго трамбованіемъ не достигается, такъ-какъ вода, смѣшанная съ мелкимъ пескомъ, уже вполнѣ заполняетъ промежутки между отдѣльными крупными зернами песчанаго слоя.

Если слѣдуетъ устраивать песчаное основаніе ниже уровня грунтовыхъ водъ, то, для защиты песчанаго слоя отъ прониканія воды снизу, надо откачивать ее ниже песчанаго слоя.

Для важныхъ зданій рекомендуется произвести пробную нагрузку песчанаго слоя, чѣмъ достигается окончательная осадка его, а готовое уже зданіе предохраняется отъ вреднаго въ другомъ случаѣ вліянія послѣ происходящей неизбѣжной осадки песчанаго слоя.

По прошествіи нѣкотораго времени послѣ насыпки песчанаго слоя возводятся фундаментныя стѣны, при чемъ кладка ихъ производится по возможности равномѣрно и не слишкомъ торопливо на быстро отвердѣвающемъ растворѣ.

γ. *Слой большихъ камней.* Слой большихъ камней съ широкими постелями также иногда можетъ употребляться для передачи давленія на бо́льшую площадь грунта. Для этой цѣли фундаментные рвы дѣлаются шире подошвы фундамента, а дно ихъ предварительно уплотнятся, и на послѣднемъ укладываются большіе камни съ возможно узкими швами. Число рядовъ такихъ камней зависитъ отъ величины нагрузки.

Этотъ способъ основанія, по значительной стоимости доставки большихъ камней, очень рѣдко примѣняется.

δ. *Лежачіе ростверки.* Лежачіе ростверки устраиваются между подошвою фундамента и грунтомъ. Они служатъ для равномѣрнаго распредѣленія груза зданія на бо́льшую площадь грунта. Такіе ростверки употребляются вообще тамъ, гдѣ въ нѣкоторой глубинѣ находится материкъ, покрытый мягкою, но еще однородною землистою почвою, которая, вслѣдствіе давленія зданія способна, равномѣрно сжиматься до нѣкоторой степени плотности. Лежачіе ростверки облегчаютъ, кромѣ того, возведеніе фундамента, образуя для него прочное и ровное основаніе и соединяя вмѣстѣ съ тѣмъ отдѣльныя части его.

Такъ-какъ ростверки устраиваются изъ дерева, то всѣ части ихъ должны быть расположены ниже самаго низкаго уровня грунтовыхъ водъ, чтобы онѣ не подвергались скорому гніенію.

Относительно долговѣчности, слѣдуетъ предпочитать лежачему ростверку бетонные и песчаные слои, при помощи которыхъ лучше и надежнѣе достигаютъ желаемой цѣли.

Лежачіе ростверки устраиваются изъ толстыхъ досокъ или брусьевъ.

1) **Лежачій ростверкъ изъ толстыхъ досокъ.** Лежачій ростверкъ изъ толстыхъ досокъ устраивается изъ досокъ толщиною въ 4″ и шириною въ 12″, укладываемыхъ по продольному направленію стѣнъ на поперечныя доски, такъ-называемыя поперечины, тѣхъ же размѣровъ. Поперечины располагаются непосредственно на грунтъ на разстояніи отъ 4′ до 5′ другъ отъ друга; къ нимъ продольныя доски прибиваются деревянными нагелями.

Ширина досчатой настилки дѣлается вдвое больше толщины стѣнъ непосредственно надъ цоколемъ, между тѣмъ какъ поперечины выступаютъ за настилку на 1′ по обѣимъ сторонамъ ея.

На углахъ кладутъ ростверкъ щипцовыхъ стѣнъ на ростверкъ фронтовыхъ стѣнъ, при чемъ оба ростверка выступаютъ одинъ за другой (Таб. 3, черт. 29).

Такимъ же образомъ поступаютъ при пересѣченіи перегородокъ съ фронтовыми и средними стѣнами.

2) **Лежачіе ростверки изъ брусьевъ.** Ростверки изъ брусьевъ устраиваются слѣдующимъ образомъ.

Укладываютъ непосредственно на грунтъ, на разстояніи $3^1/_2{}'$ до $6'$ отъ середины до середины, поперечные брусья съ поперечнымъ сѣченіемъ отъ $^8/_8{}''$ до $^9/_{11}{}''$ и вбиваютъ ихъ ручною бабою въ дно фундаментныхъ рвовъ. Длина поперечныхъ брусьевъ бываетъ вдвое больше толщины стѣны непосредственно надъ цоколемъ. На поперечные брусья кладутъ, на разстояніи отъ $1^1/_2{}'$ до $2'$ другъ отъ друга, продольные брусья, которые нѣсколько толще поперечныхъ и врубаются въ послѣдніе на $2''$ до $2^1/_2{}''$, но безъ замка. Скрѣпленіе брусьевъ производится желѣзными гвоздями или деревянными нагелями.

Стыки продольныхъ брусьевъ располагаются въ перевязку на поперечныхъ и устраиваются при помощи желѣзныхъ накладокъ.

Промежутки между брусьями ростверка до верхней грани его плотно затрамбовываютъ щебнемъ, бетономъ или гравіемъ и возводятъ фундаментныя стѣны непосредственно на ростверкѣ (Таб. 3, черт. 30) или покрываютъ продольные брусья прежде досчатою настилкою толщиною въ 4″ (Таб. 3, черт. 31).

Досчатая настилка выступаетъ на 3″ за края подошвы фундаментныхъ стѣнъ.

На углахъ и при встрѣчѣ перегородокъ и среднихъ стѣнъ съ наружными стѣнами поступаютъ такимъ же образомъ, какъ при ростверкахъ изъ толстыхъ досокъ (Таб. 4, черт. 32).

Иногда оказываются достаточными одни лишь продольные брусья, настланные по длинѣ фундаментныхъ стѣнъ (Таб, 4, черт. 33). Эти брусья состоятъ обыкновенно изъ бревенъ толщиною въ 10″, обтесанныхъ на два канта и расположенныхъ на разстояніи приблизительно въ 1′4″ отъ середины до середины. Брусья сверху соединяются шпонками, расположенными на разстояніи въ 7′ другъ отъ друга и врубаемыми до такой глубины, чтобы верхнія грани брусьевъ находились въ одномъ уровнѣ.

Пустоты между брусьями также затрамбовываются щебнемъ, бетономъ или гравіемъ.

Въ мѣстахъ, гдѣ слѣдуетъ опасаться размыва грунта подъ ростверкомъ проточною водою, ростверкъ защищается каменною наброскою или фашинами, или ограждается шпунтовыми стѣнками. Шпунтовыя стѣнки не должны быть устроены въ связи съ ростверкомъ, потому-что онѣ въ другомъ случаѣ могли бы препятствовать равномѣрной осадкѣ зданія, возведеннаго на ростверкѣ.

Шпунтовыя стѣнки забиваются передъ устройствомъ ростверка и выемкою грунта для фундамента, чѣмъ работа облегчается, такъ-какъ она можетъ производиться послѣ осушки котлована, огражденнаго шпунтовыми стѣнками.

III. Основанія на слабомъ грунтѣ. Различаютъ относительно основаній на слабомъ грунтѣ слѣдующіе случаи:

1) **Материкъ залегаетъ на незначительной глубинѣ.** Въ такомъ случаѣ можно отрывать рыхлый грунтъ до материка и замѣнять первый слоемъ песка. На песчаномъ слоѣ возводятся фундаментныя стѣны.

2) **Материкъ залегаетъ на значительной, но еще достижимой глубинѣ.** Тогда грузъ зданія можетъ быть передаваемъ на грунтъ посредствомъ забитыхъ свай, отдѣльныхъ фундаментныхъ столбовъ и опускныхъ колодцевъ.

3) **Материкъ залегаетъ на недостижимой глубинѣ.** Въ такомъ случаѣ также можно забивать сваи, которыя имѣютъ цѣлью, уплотнить грунтъ и одновременно должны сопротивляться нагрузкѣ треніемъ своей поверхности о грунтъ.

При недостижимой глубинѣ залеганія материка нерѣдко примѣняется съ успѣхомъ также толстый песчаный слой, расположенный подъ цѣлымъ зданіемъ. Объ основаніяхъ на песчаныхъ слояхъ уже сказано было въ одной изъ предыдущихъ статей, такъ-что здѣсь слѣдуетъ разсматривать одни лишь основанія посредствомъ свайныхъ ростверковъ, отдѣльныхъ фундаментныхъ столбовъ и опускныхъ колодцевъ.

a. Свайные ростверки.

α. *Забивка свай.* Сваи забиваются помощью ручныхъ, машинныхъ, паровыхъ машинныхъ копровъ, паровыхъ бабъ и т. д. Здѣсь должны быть описываемы одни лишь два вида ручныхъ копровъ довольно простой конструкціи.

Для ознакомленія съ другими видами копровъ

указываемъ на: Л. Бреннеке: Устройство основаній и фундаментовъ.

Ручной коперъ, представленный на таблицѣ 7, черт. 39, состоитъ изъ передней рамы, составленной изъ одной или двухъ стоекъ, такъ-называемыхъ стрѣлъ, по которымъ скользитъ баба, и изъ двухъ подкосовъ, изъ которыхъ одинъ служитъ лѣстницею. Стрѣлы и подкосы упираются въ горизонтальный лежень. Передняя рама удерживается въ опредѣленномъ положеніи заднимъ наклоннымъ подкосомъ. Для того, чтобы она, при вертикальномъ положеніи, не могла опрокидываться впередъ, къ верхнимъ концамъ стрѣлъ прикрѣпляются веревки, нижніе концы которыхъ обвиваются вокругъ кольевъ, вбитыхъ въ наклонномъ положеніи въ землю. Вверху между стрѣлами помѣщается шкивъ изъ чугуна или дубоваго дерева, поперечникомъ отъ 1′6″ до 2′. Черезъ шкивъ перекидывается толстый лопарный канатъ, къ которому подвѣшивается баба. На высотѣ приблизительно въ 16′ надъ лежнемъ передней рамы, къ свободному концу лопарнаго каната, прикрѣпляется канатное кольцо. Канатное кольцо укрѣплено тѣмъ, что оно запущено на деревянную палку, продѣтую въ узелъ на концѣ каната. Къ канатному кольцу прикрѣпляются отдѣльныя веревки, такъ-называемыя кошки, за которыя тянутъ рабочіе. Эти кошки въ нижнемъ концѣ иногда снабжаются ручками. Къ верхнему концу задняго подкоса прикрѣпляется блокъ для подтаскиванія и подыманія свай. Коперъ обыкновенно устраивается изъ брусьевъ толщиною въ 12″ такимъ образомъ, чтобы легко было, разобрать его.

Высота ручныхъ копровъ дѣлается до 28′, смотря по надобности.

Баба ручныхъ копровъ обыкновенно имѣетъ вѣсъ отъ 9 до 38 пудовъ (прибл. 150 до 600 kg), и во всякомъ случаѣ не больше 50 пудовъ (800 kg). при маломъ вѣсѣ баба изготовляется изъ дубоваго обрубка, крѣпко обитаго желѣзомъ, а при большомъ вѣсѣ—изъ чугуна.

Вѣсъ бабы принимается обыкновенно въ $2^1/_2$ раза больше вѣса забиваемой сваи.

На каждаго рабочаго считается, при маломъ вѣсѣ бабы, приблизительно 1 пудъ (16 kg), а при большемъ вѣсѣ ея — меньше; при вѣсѣ бабы въ 38 пудовъ (600 kg) — $^3/_4$ пуда (12 kg).

Высота паденія бабы составляетъ отъ 3′4″ до 5′ (1 до 1,5 m).

20 до 30, среднимъ числомъ 25 послѣдовательныхъ ударовъ, произведенныхъ безъ отдыха, составляетъ такъ-называемый залогъ.

На отдыхъ полагаются 2 минуты.

При помощи только-что описаннаго копра можно забивать также наклонныя сваи.

На таблицѣ 7, черт. 39а показанъ ручной коперъ съ четыреугольною площадкою. Площадка должна содержать 5 квад. футовъ на каждаго рабочаго. Канатное кольцо находится 16′ надъ помостомъ для рабочихъ. Подтаскиваніе и подыманіе сваи при этомъ копрѣ производится воротомъ при помощи такельнаго каната, скользящаго по двумъ роликамъ, которые прикрѣплены къ верхнему концу одиночной стрѣлы. Послѣдняя обхватывается бабою посредствомъ двухъ паръ пальцевъ Если коперъ устроенъ съ двойными стрѣлами, то баба проходитъ въ промежутокъ между ними однимъ нижнимъ и верхнимъ пальцами. Все остальное будетъ понятно изъ чертежа.

Сваи забиваются почти до отказа. Свая считается забитою до отказа, если она, послѣ нѣсколькихъ послѣдовательныхъ залоговъ при одномъ и томъ же числѣ ударовъ бабы и одной и той же высотѣ паденія послѣдней, каждый разъ оказываетъ нѣкоторую постоянную осадку.

β. *Число и размѣры свай.* При опредѣленіи числа и размѣровъ свай приходится различать оба вышеуказанные случая, т.-е. сваи углубляются въ материкъ и передаютъ грузъ зданія на него или онѣ не упираются въ материкъ и сопротивляются нагрузкѣ треніемъ своей поверхности о прилегающій грунтъ.

Въ первомъ случаѣ, т.-е. если сваи упираются въ материкъ, можно разсчитывать ихъ на продольный изгибъ по формулѣ Эйлера, случай I (см. „Приложеніе").

При этомъ бываютъ извѣстны длина свай отъ забивки пробной сваи и нагрузка, воспринимаемая каждою изъ нихъ. Разсчитывается площадь поперечнаго сѣченія свай и вмѣстѣ съ тѣмъ поперечникъ ихъ. Если имѣются въ распоряженіи сваи опредѣленнаго поперечника, то приходится разсчитывать нагрузку, которую каждая изъ нихъ можетъ выдерживать, и на основаніи ея—число свай.

По Schmitt'у, въ вышеуказанномъ случаѣ,

можно допускать нагрузку свай отъ 8 до 16 пуд./дм². (20 до 40 kg/cm²). При этомъ принимается нагрузка свай въ 8 пуд./дм². (20 kg/cm²) при длинныхъ сваяхъ (болѣе 28′) и рыхломъ грунтѣ, и въ 16 пуд./дм². (40 kg/cm²) при короткихъ сваяхъ и плотномъ грунтѣ.

Сваи должны углубляться въ материкъ обыкновенно отъ 6′ 8″ до 10′ (2 до 3 m).

Длина свай должна быть не больше 40′ до 50′ (12 до 15 m), такъ-какъ иначе другіе способы основанія, какъ-то: опускные колодцы и т. п., обходятся дешевле.

По Ранкину допускается нагрузка на 1 кв. дюймъ поперечнаго сѣченія свай, забитыхъ до материка, въ 28 пуд./дм². (70 kg/cm²).

Если сваи не доходятъ до материка и удерживаются въ рыхломъ грунтѣ только треніемъ, то также можно опредѣлить допускаемую нагрузку для каждой изъ свай, при данныхъ размѣрахъ ихъ, помощью различныхъ формулъ. Но всѣ эти формулы даютъ ненадежные результаты, и только при песчаныхъ грунтахъ результаты приближаются дѣйствительности.

Наиболѣе употребительная изъ такихъ формулъ есть формула Brix'a:

$$P = \frac{1}{n} \cdot \frac{h \, . \, Q^2 . \, q}{e\,(Q+q)}$$

Въ этой формулѣ означаютъ:

P — допускаемую нагрузку сваи,
h — среднюю высоту паденія бабы,
Q — вѣсъ бабы,
q — вѣсъ сваи,
e — величину углубленія сваи отъ послѣдняго удара бабы,
n — числовый коэффиціентъ, принимаемый, смотря по важности сооруженія, отъ 4 до 8.

Въ этой формулѣ извѣстны вѣсъ бабы и сваи, а углубленіе e сваи отъ послѣдняго удара опредѣляется забивкою нѣсколькихъ пробныхъ свай, какъ среднее изъ числа ударовъ бабы въ послѣднемъ залогѣ.

Въ виду ненадежности результатовъ по формулѣ Brix'a, и такъ-какъ нельзя пробною нагрузкою узнать сопротивленіе каждой изъ свай свайнаго ростверка, то рекомендуется пользоваться опытными данными при опредѣленіи допускаемой нагрузки свай.

Замѣтимъ, что и испытаніе сопротивленія свай пробною нагрузкою при илистомъ и глинистомъ грунтахъ даетъ ненадежные результаты для постоянной нагрузки ихъ, такъ-какъ на постоянное уплотненіе грунта можно разсчитывать въ такомъ случаѣ только тогда, если онъ состоитъ изъ песка или гравія.

Приведемъ слѣдующія употребительныя опытныя данныя для сопротивленія забитыхъ свай.

По Ранкину допускается нагрузка на 1 кв. дюймъ поперечнаго сѣченія сваи въ 5,6 пуд./дм². (13 kg/cm²), если она удерживается въ мягкомъ грунтѣ треніемъ.

По Sganzin'у свая можетъ выдерживать постоянную нагрузку въ 1625 пудовъ (26000 kg), если она, при примѣненіи машиннаго копра, при 10 ударахъ бабы вѣсомъ въ 40,5 пудовъ (650 kg) и при высотѣ паденія ея въ 11,5′ (3,5 m), углубляется въ грунтъ не больше 4³/₄″ (12 cm), и если она, при примѣненіи ручного копра, при 30 ударахъ и высотѣ паденія бабы равнаго вѣса въ 4′ (1,1 m), также углубляется не больше 4³/₄″ (12 cm).

По Heinzerling'у допускаемая нагрузка грунта, укрѣпленнаго забитыми сваями, можетъ составлять:

1) при болотистомъ, толстымъ слоемъ залегающемъ грунтѣ, принимающемъ на 6 кв. футовъ (0,6 qm) подошвы фундамента одну сваю съ сопротивленіемъ отъ 313 до 470 пуд. (5000 до 7500 kg) — 0,32 до 0,48 пуд./дм². (0,8 до 1,2 kg/cm²);
2) при болѣе плотномъ грунтѣ, при которомъ можно считать на 8 кв. футовъ (0,8 qm) подошвы фундамента одну сваю съ сопротивленіемъ, при 4-кратной безопасности, въ 1562 пудовъ (25000 kg) — приблизительно до 1,2 пуд./дм². (3 kg/cm²);
3) при болѣе плотномъ грунтѣ и достаточномъ углубленіи свай въ материкъ — 1,6 до 2 пуд./дм². (4 до 5 kg/cm²);
4) при болѣе крѣпкомъ суглинковомъ, глинистомъ или песчаномъ грунтѣ, уплотненномъ забитыми сваями — до 2,8 пуд./дм². (7 kg/cm²).

По Волкову, если длина сваи въ 24 раза больше поперечника ея, можно допускать постоянную нагрузку на сваю:

1) при поперечникѣ сваи въ 10¹/₂″ — 1500 пудовъ (24000 kg), соотвѣтственно 17,3 пуд./дм². (43,2 kg/cm²);
2) при поперечникѣ сваи въ 8³/₄″ — 750 пудовъ

(12000 kg), соотвѣтственно 12,5 пуд./дм². (31,15 kg/cm²);

3) при поперечникѣ сваи въ 7″—300 пудовъ (4800 kg) соотвѣтственно 8 пуд./дм². (20 kg/cm²).

Для свай, забитыхъ не до отказа, принимается $^1/_5$ допускаемой нагрузки свай, забитыхъ до отказа. Волковъ считаетъ сваю забитою до отказа, если она углубляется въ грунтъ за одинъ залогъ, для нагрузки въ 1500 пудовъ (24000 kg) на $^2/_5$″ (1 cm), для нагрузки въ 750 пудовъ (12000 kg) на $^4/_5$″ (2 cm) и для нагрузки въ 300 пудовъ (4800 kg) на 2″ (5 cm).

Испытаніе сопротивленія свай производятъ, забивая нѣсколько свай на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга и перекрывая ихъ досчатымъ настиломъ. На послѣдній постепенно наносятъ временную нагрузку, принимаемую въ $1^1/_2$ до 2 разъ больше дѣйствительной.

Оставляютъ пробную нагрузку на сваяхъ отъ 2 до 3 недѣль. Если сваи, по прошествіи этого промежутка времени болѣе не погружаются, то сопротивленіе ихъ считается достаточнымъ.

При забивкѣ свай ведется особый журналъ, въ который заносятся всѣ обстоятельства, относящіяся къ каждой изъ звай и забивкѣ ея.

Каждая изъ свай ростверка означается въ планѣ номеромъ. Вотъ употребительный образецъ для выше упомянутаго журнала:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12	13.
			сваи.				бабы.					
Мѣсяцъ.	Число.	Число копровъ.	№ по плану	Полная длина	Длина забивки	Средняя толщина	Вѣсъ	Высота паденія	Число ударовъ въ послѣднемъ залогѣ.	Углубленіе сваи при послѣднемъ залогѣ	Углубленіе сваи отъ послѣдняго удара.	Примѣчанія.

Длина свай не должна превосходить 40′ до 50′; обыкновенно она составляетъ отъ 21′ до 30′, при чемъ поперечникъ свай принимается въ $^1/_{24}$ ихъ длины. Наращиваніе свай по возможности избѣгается.

Если слѣдуетъ забивать сваю ниже площадки копра, то устанавливается на забиваемой сваѣ подбаба или наставникъ (Таб. 5, черт. 11), при помощи которой производится забивка свай. Но такъ-какъ отъ этого происходитъ потеря работы отъ 10 до 15%, то лучше стрѣлы продолжаются ниже площадки копра до надлежащей глубины, чѣмъ дѣлается возможною непосредственная забивка свай, и подбаба избѣгается.

Величина поперечника свай зависитъ отъ степени плотности грунта отъ нагрузки и, кромѣ того, отъ того, упираются-ли сваи въ материкъ или нѣтъ.

Грунтъ, лучше всего, уплотняется короткими и толстыми сваями, но при болѣе плотномъ грунтѣ забивка свай бываетъ затруднительна, почему въ такомъ случаѣ слѣдуетъ предпочитать менѣе толстыя сваи.

Можно опредѣлить поперечникъ свай по слѣдующему правилу.

Принимаютъ для сваи длиною въ 13′ (4 m) поперечникъ отъ 8″ до 10″ (20 до 25 cm) и увеличиваютъ его на каждые 6′ (1,8 m) на 1″ (2,5 cm), или опредѣляютъ поперечникъ d сваи длиною l по формулѣ:

$d = 5 + 0{,}36\, l$ (l въ футахъ и d въ дюймахъ).

Соотвѣтственная формула по метрической мѣрѣ будетъ:

$d = 12 + 3\, l$ (l въ метрахъ и d въ сантиметрахъ).

γ. *Форма и подготовленіе свай.* Форма свай свайнаго ростверка бываетъ почти исключительно круглая, а только въ очень рѣдкихъ случаяхъ встрѣчаются для этой цѣли брусья, обтесанные на четыре канта.

Бревна передъ забивкою очищаются

отъ коры и сучьевъ и гладко обтесываются, а нижній конецъ ихъ, для болѣе легкаго проникания въ грунтъ, заостряютъ въ видѣ трехъ- или четырехугольной пирамиды. Заостреніе бревенъ дѣлается въ $^1/_2$ до 2 разъ боѣьше нижняго поперечника ихъ. При хрящеватомъ грунтѣ заостренный конецъ забиваемой сваи снабжается башмакомъ изъ ковковаго желѣза вѣсомъ приблизительно отъ $12^1/_2$ до 15 фунтовъ (Таб. 4, черт. 37). Этотъ башмакъ прибивается къ сваѣ заершенными гвоздями. На верхній комлевой конецъ сваи надѣвается желѣзный обручъ, имѣющій цѣлью, предохранять бревно при забитіи отъ растрескиванія. По забивкѣ сваи обручъ снимается. Сухое дерево при забитіи легче растрескивается, чѣмъ сырое.

δ. *Расположеніе свай.* Сваи ростверка располагаются подъ стѣнами зданія и каждымъ выступомъ ихъ.

Сваи забиваются правильными рядами (Таб. 4, черт. 36 a) или въ шахматномъ видѣ (Таб. 4, черт. 36 b). Разстояніе рядовъ свай другъ отъ друга дѣлается отъ 2′ 4″ до 4′ 2″ (0,7 до 1,25 m) обыкновенно отъ 2′ 8″ до 4′ (0,8 до 1,2 m), а разстояніе отдѣльныхъ свай одного и того же ряда другъ отъ друга приблизительно на $^1/_5$ до $^1/_6$ больше, такъ-что оно составляетъ приблизительно отъ 3′ до 6′ (0,9 до 1,8 m); но рекомендуется принимать разстояніе отъ 3′ 4″ до 5′ (1 до 1,5 m).

Если сваи, для уплотненія грунта, забиваются частоколомъ, то разстояніе ихъ отъ центра до центра дѣлается отъ 2 d до 3 d (d — поперечникъ сваи). При большемъ разстояніи свай затрудняется равномѣрная передача нагрузки на нихъ, а при меньшемъ — забивка ихъ. Въ виду этого, если при разсчетѣ выходитъ большее разстояніе, лучше увеличиваютъ число свай и за то уменьшаютъ поперечникъ ихъ, и наоборотъ, если выходитъ меньшее разстояніе, то уменьшаютъ число свай и за то увеличиваютъ поперечникъ ихъ.

При болѣе плотномъ грунтѣ сперва забиваютъ внутренніе ряды свайнаго ростверка и затѣмъ наружные; иначе забиваніе свай очень затрудняется.

При забивкѣ свай въ шахматномъ видѣ грунтъ болѣе уплотняется, чѣмъ при забивкѣ ихъ правильными рядами, почему и первое расположеніе свай предпочитается тогда, если фундаментныя стѣны возводятся непосредственно на головахъ ихъ безъ лежачаго ростверка или если на головахъ свай долженъ быть устраиваемъ бетонный слой. Если, напротивъ того, сваи должны поддерживать лежачій ростверкъ, то онѣ забиваются правильными рядами.

ε. *Устройство свайнаго ростверка.* Сваи, послѣ забивки ихъ, срѣзываются подъ одинъ уровень. Для этой цѣли даютъ грунтовымъ водамъ подняться въ фундаментныхъ рвахъ до такой высоты, гдѣ слѣдуетъ срѣзать головы свай, и отмѣчаютъ горизонтъ грунтовыхъ водъ на сваяхъ. Затѣмъ опять откачиваютъ воду изъ фундаментныхъ рвовъ и срубаютъ или спиливаютъ по отмѣткамъ головы свай. Сваи должны срѣзаться на такой глубинѣ, чтобы всѣ части свайнаго ростверка находились ниже уровня самыхъ низкихъ грунтовыхъ водъ.

Земля около свай вырывается на глубину отъ $1^1/_2$′ до 2′ ниже головъ ихъ; затѣмъ грунтъ между сваями крѣпко утрамбовывается, и промежутки между ними заполняются пескомъ, мусоромъ, кладкою или бетономъ. Заполненіе должно быть плотно и тщательно произведено до настила лежачаго ростверка или, если такого нѣтъ, до самаго верха свай.

Лежачіе ростверки изъ брусьевъ на сваяхъ ни въ чемъ не различаются отъ обыкновенныхъ лежачихъ ростверковъ, уложенныхъ непосредственно на грунтъ. На головы свай укладываютъ продольные брусья, поперечное сѣченіе которыхъ должно быть не меньше $^{10}/_{10}$″, лучше $^{10}/_{12}$″; на нихъ кладутъ поперечные брусья, такъ-называемыя поперечины. Врубки дѣлаются только въ послѣднихъ; иначе продольные брусья слишкомъ ослабляются. Поперечины выступаютъ за продольные брусья на 12″ (Таб. 4, черт. 35). Между поперечинами

располагаютъ настилъ изъ досокъ толщиною отъ 3″ до 4″ (Таб. 4, черт. 35, 36a и 36b). Досчатый настилъ выступаетъ на 4″ за продольные брусья, если ширина подошвы фундамента дѣлается равною разстоянію внѣшнихъ граней продольныхъ брусьевъ ростверка, т.-е., если фундаментная кладка не выходитъ за крайнюю линію свай (Таб. 5, черт. 15). Но при такомъ расположеніи фундаментной кладки наружные ряды свайнаго ростверка нагружены менѣе внутреннихъ, отчего легко можетъ происходить неравномѣрная осадка зданія. Поэтому наружные ряды свай должны быть сдвинуты на 8″ до 12″ внутрь (Таб. 5, черт. 16) или наружу настолько, чтобы всѣ ряды свай подъ фундаментною кладкою были нагружены одинаковымъ образомъ (Таб. 5, черт. 17). Послѣдній видъ расположенія свай обходится дороже и рекомендуется только при значительной нагрузкѣ свайнаго ростверка.

Сращиваніе продольныхъ брусьевъ ростверка производится въ притыкъ съ желѣзными накладками (Таб. 5, черт. 12—14) непремѣнно на одной изъ свай, при чемъ стыки ихъ должны быть расположены въ перевязку.

Поперечины не должны выступать изъ-за поверхности досчатаго настила; иначе тщательное производство фундаментной кладки значительно затрудняется. Если, не смотря на это, даютъ поперечинамъ выступать изъ-за поверхности настила, то можно соединить ихъ съ продольными брусьями безъ врубокъ, просто желѣзными гвоздями или щурупами длиною отъ 1′ 4″ до 1′ 6″.

Для соединенія продольныхъ брусьевъ со сваями, на головы послѣднихъ нарубаютъ шипы длиною въ 6″, шириною отъ $2^1/_2$″ до 3″ и высотою отъ 3″ до 4″; въ продольныхъ брусьяхъ вынимаютъ соотвѣтственныя гнѣзда.

Шипы свай, на которыхъ находятся стыки продольныхъ брусьевъ, имѣютъ длину, равную толщинѣ свай.

Иногда шипы на головахъ свай совсѣмъ пропускаются, и продольные брусья привинчиваются къ сваямъ одними лишь щурупами длиною въ 1′ 4″ и поперечникомъ въ $1^1/_4$″ (3 cm).

Если слѣдуетъ опасаться размыва грунта подъ ростверкомъ, то ограждаютъ послѣдній шпунтовыми стѣнками, которыя должны быть устроены совершенно независимо отъ свайнаго ростверка (Таб. 6, черт. 1).

Въ настоящее время деревянный лежачій ростверкъ часто замѣняется бетоннымъ слоемъ (Таб. 6, черт. 2), который обыкновенно огражденъ шпунтовыми стѣнками (Таб. 6, черт. 3). Головы свай входятъ въ бетонный слой на 6″ до 12″ (15 до 30 cm). Толщина бетоннаго слоя должна составлять надъ головами не меньше $1^1/_2$′, а лучше $2^1/_2$′. При очень значительной нагрузкѣ толщина бетоннаго слоя дѣлается въ $4^1/_2$′ и больше.

б. Основаніе на отдѣльныхъ фундаментныхъ столбахъ. Основаніе на отдѣльныхъ фундаментныхъ столбахъ состоитъ въ томъ, что на материкѣ, вмѣсто сплошныхъ фундаментныхъ стѣнъ, возведены отдѣльные столбы, вверху соединенные между собою арками. Пазухи между верхними концами столбовъ и внѣшнею выпуклостью арокъ тщательно забучиваются подъ одинъ уровень, и на полученной такимъ образомъ горизонтальной поверхности возводятся стѣны зданія (Таб. 6, черт. 4).

Такъ-какъ для производства кладки фундаментныхъ столбовъ слѣдуетъ вырыть для каждаго изъ нихъ отдѣльный шахтъ, то при толстомъ слоѣ слабаго грунта надъ материкомъ избѣгается вырытіе глубокихъ проходящихъ фундаментныхъ рвовъ, требующее много расходовъ на земляныя работы; кромѣ того, сберегается матеріалъ для сплошныхъ фундаментныхъ стѣнъ.

Фундаментные столбы должны быть располагаемы подъ углами зданія, подъ мѣстами пересѣченія стѣнъ и подъ простѣнками.

Угловымъ столбамъ даютъ бо́льшіе размѣры, чѣмъ остальнымъ.

Слѣдуетъ избѣгать сосредоточенной нагрузки надъ вершиною арокъ.

Поперечное сѣченіе отдѣльныхъ фундаментныхъ столбовъ должно имѣть такую

величину, чтобы дѣйствительная нагрузка ихъ не превосходила допускаемой нагрузки кладки, принимаемой въ этомъ случаѣ отъ 3,2 до 4 пуд./дм². (отъ 8 до 10 kg/cm²). Книзу поперечное сѣченіе столбовъ увеличивается уступами, чтобы передавать вѣсъ зданія на бо́льшую площадь материка, соотвѣтственно допускаемой нагрузкѣ его.

Фундаментные столбы устраиваются изъ твердаго бутового камня съ широкими постелями на гидравлическомъ растворѣ, при очень значительной нагрузкѣ даже изъ тесаннаго камня на цементномъ растворѣ. Только въ рѣдкихъ случаяхъ допускается кладка фундаментныхъ столбовъ изъ клинкеровъ или желѣзняковъ на цементномъ растворѣ.

Арки, соединяющія отдѣльные фундаментные столбы другъ съ другомъ, должны быть расположены на такой глубинѣ, чтобы вершина ихъ оставалась еще подъ землею. Форма арокъ бываетъ полукруглая, но встрѣчаются также плоскія арки, стрѣлки которыхъ, однако, должны быть не меньше ¼ пролета. Арки обыкновенно устраиваются изъ сильно обожженнаго кирпича или изъ бутового камня, но рѣдко изъ тесаннаго камня, обходящагося слишкомъ дорого.

При производствѣ работъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ.

Вырываютъ для каждаго фундаментнаго столба отдѣльную шахтовидную яму до материка. Внутри этой ямы возводятъ столбъ до высоты пятъ арокъ, соединяющихъ отдѣльные столбы другъ съ другомъ. Во время вырыванія земли и производства кладки столбовъ не рѣдко необходимо откачивать воду изъ ямы.

Если вырываемый слой слабаго грунта надъ материкомъ состоитъ изъ вязкихъ жирныхъ породъ земли, то укрѣпленіе стѣнокъ шахтовидныхъ фундаментныхъ ямъ часто оказывается излишнимъ. Если, сверхъ того, употребляютъ оставшуюся между отдѣльными столбами землю взамѣнъ деревянныхъ кружалъ при производствѣ кладки выше упомянутыхъ арокъ, придавая поверхности земли надлежащую форму, то сбереженіе матеріала и работы, доставляемое отдѣльными фундаментными столбами, противъ сплошныхъ фундаментныхъ стѣнъ бываетъ значительное. При особо благопріятныхъ условіяхъ слѣдуетъ уже при глубинѣ залеганія материка въ 10′ (3 m) предпочитать основаніе на отдѣльныхъ фундаментныхъ столбахъ основанію на сплошныхъ фундаментныхъ стѣнахъ.

Если, напротивъ того, вырываемый слой слабаго грунта представляетъ рыхлую массу, то укрѣпленіе стѣнокъ шахтовидныхъ фундаментныхъ ямъ для столбовъ оказывается неизбѣжнымъ. Такое укрѣпленіе требуетъ значительныхъ расходовъ, которые будутъ тѣмъ больше, чѣмъ глубже залегаетъ материкъ. Уже при глубинѣ отъ 17′ до 20′ (5 до 6 m) расходы совершенно или почти совершенно взвѣшиваютъ выгоды предлагаемаго способа основанія противъ другихъ. Въ виду этого, рекомендуется, при большей глубинѣ залеганія материка примѣнять способъ основанія на опускныхъ колодцахъ, о которомъ послѣ поговоримъ.

Если давленіе, передаваемое подошвою фундаментныхъ столбовъ на грунтъ, превосходитъ допускаемую нагрузку послѣдняго, то нижніе концы столбовъ соединяются между собою обратными арками (Таб. 6, черт. 5). Этимъ достигается равномѣрное распредѣленіе нагрузки по грунту.

Устройство фундаментныхъ столбовъ оказывается особенно простымъ и выгоднымъ въ такомъ случаѣ, если слѣдуетъ возводить зданіе на поверхности послѣ насыпаемаго слоя земли.

Тогда совершенно избѣгаются расходы на вырытіе фундаментныхъ ямъ.

b. Опускные колодцы. Основаніе на опускныхъ колодцахъ въ сущности представляетъ основаніе на отдѣльныхъ фундаментныхъ столбахъ. Опускные колодцы также упираются въ материкъ и вверху соединены между собою арками (Таб. 4, черт. 34). Разница между обоими способами основанія заключается только въ особенностяхъ конструкціи колодцевъ и производства работы. Между тѣмъ какъ при основаніи на отдѣльныхъ фундаментныхъ столбахъ слой слабаго грунта вырывается вплоть до материка, и затѣмъ на послѣднемъ возводятся сплошные фундаментные столбы, полые колодцы, напротивъ того, опускаются сквозь слой слабаго грунта до материка. Во внутреннемъ пространствѣ колодцевъ находятся рабочіе, удаляющіе ручнымъ способомъ или при помощи механическихъ приспособленій рыхлую землю изъ-подъ стѣнокъ колодцевъ,

вслѣдствіе чего послѣдніе постепенно углубляются въ грунтъ.

Если колодцы опущены до материка, тогда внутреннее пространство ихъ заполняется каменною кладкою или бетономъ, смотря по тому, какіе нужные для этого матеріалы обходятся дешевле.

Если слѣдуетъ опасаться напора грунтовыхъ водъ снизу, то во всякомъ случаѣ нижняя часть внутренняго пространства колодцевъ заполняется слоемъ бетона надлежащей толщины. Бетонъ приготовляется изъ быстро отвердѣвающаго цемента и погружается въ воду. По отвердѣніи бетоннаго слоя выкачивается вода изъ колодцевъ, и затѣмъ начинается заполненіе ихъ выше означенными матеріалами.

Для кладки стѣнокъ употребляются сильно обожженные кирпичи, желѣзняки или клинкеры и хорошій цементный растворъ.

Толщина стѣнокъ круглыхъ колодцевъ, при употребительной величинѣ поперечника ихъ, дѣлается въ одинъ кирпичъ, и только при особенно большихъ поперечникахъ и неблагопріятныхъ условіяхъ грунта рекомендуется бо́льшая толщина стѣнокъ.

Иногда стѣнки опускныхъ колодцевъ набиваются изъ цементнаго бетона.

Для уменьшенія тренія о грунтъ, наружная поверхность колодцевъ гладко оштукатуривается цементнымъ растворомъ. Для уменьшенія тренія колодцы значительныхъ измѣреній иногда также снабжаются облицовкою изъ листового желѣза.

Если отъ присутствія корней и пней въ слоѣ слабаго грунта слѣдуетъ опасаться неравномѣрнаго опусканія колодцевъ, то у ихъ наружной поверхности располагаются стоймя доски, упирающіяся въ кольцо, находящееся подъ стѣнками колодцевъ. Поперечникъ этого кольца для этой цѣли увеличивается на двойную толщину досокъ. Объ устройствѣ кольца поговоримъ послѣ.

Площадь поперечнаго сѣченія колодцевъ должна быть такой величины, чтобы нагрузка кладки ихъ не превосходила допускаемой и чтобы грунтъ могъ выдерживать давленіе, передаваемое колодцами на него.

Разстояніе колодцевъ другъ отъ друга дѣлается обыкновенно отъ 10′ до 13′ (3 до 4 m), и только при очень неблагопріятныхъ условіяхъ относительно нагрузки колодцевъ и качества грунта разстояніе принимается меньше 10′ (3 m). При этомъ поперечникъ колодцевъ долженъ составлять отъ 5′ до 7′. Для удобнаго производства работы внутри колодцевъ, внутренній поперечникъ послѣднихъ долженъ быть принимаемъ не меньше 3′.

Форма поперечнаго сѣченія опускныхъ колодцевъ бываетъ круглая, какъ наивыгоднѣйшая относительно тренія при опусканіи колодцевъ; но встрѣчаются также квадратная (Таб. 6, черт. 6), прямоугольная и овальная формы.

При колодцахъ квадратнаго и прямоугольнаго поперечнаго сѣченія углы должны быть устраиваемы особенно крѣпко. Для этой цѣли кладка угловъ производится тщательно въ правильную перевязку, и, кромѣ того, углы снабжаются еще косою выкладкою (Таб. 6, черт. 6).

Если стѣнки колодцевъ должны сопротивляться значительному напору воды, то оказывается цѣлесообразною форма, показанная на таблицѣ 6, черт. 7.

Точно такъ же, какъ при основаніи на отдѣльныхъ фундаментныхъ столбахъ, располагаются опускные колодцы подъ углами, мѣстами пересѣченія стѣнъ и простѣнками зданія.

На углахъ часто устраиваются колодцы бо́льшихъ измѣреній, чѣмъ въ другихъ мѣстахъ, и если они подвергаются боковому давленію, то располагаются еще два упорныхъ колодца A и B (Таб. 6, черт. 8) или одинъ пріемный колодецъ C по направленію биссектрисы угла плана зданія (Таб. 6, черт. 9). Упорные колодцы соединяются съ угловыми упорными арками (Таб. 6, черт. 10).

Въ случаѣ надобности располагаются также желѣзныя связи, соединяющія верхніе концы колодцевъ между собою на высотѣ пятъ арокъ между отдѣльными колодцами.

Для ослабленія сопротивленія тренія грунта при опусканіи колодцевъ, поперечникъ ихъ кверху нѣсколько уменьшается. Это дѣлаютъ, придавая цѣлому колодцу коническую форму (1 : 25), или уменьшаютъ поперечное сѣченіе его только на разстояніи отъ 1½′ до 3′ выше подошвы колодца (Таб. 6, черт. 11).

Кладка стѣнокъ колодцевъ производится на деревянномъ кольцѣ, составленномъ изъ 2 или 3 рядовъ досчатыхъ косяковъ толщиною отъ 2″ до 2½″ и болѣе (Таб. 6, черт. 12, 14 и 15). Иногда состоитъ кольцо также изъ пластинныхъ косяковъ (Таб. 6, черт. 13).

Косяки связываются между собою желѣзными гвоздями или деревянными нагелями, а иногда также еще сквозными болтами. Стыки косяковъ въ смежныхъ рядахъ должны быть расположены въ перевязку.

Для болѣе удобнаго углубленія колодцевъ въ грунтъ, обыкновенно даютъ кольцу клинчатую форму.

Нижняя часть кольца часто укрѣпляется полосовымъ желѣзомъ (Таб. 6, черт. 14), а иногда также замѣняется неравнобокимъ угловымъ желѣзомъ съ полками шириною въ 40 × 80 mm или 50 × 75 mm (Таб. 6, черт. 15).

Для предохраненія кладки стѣнокъ колодцевъ отъ разорванія, при неравномѣрномъ опусканіи ихъ, располагаютъ въ кладкѣ проходящія связи. Эти связи соединяютъ нижнее кольцо съ другимъ кольцомъ изъ полосового желѣза, находящимся на разстояніи отъ 3′ 6″ до 5′ надъ первымъ (Таб. 6, черт. 16). Въ случаѣ надобности связи могутъ продолжиться кверху, при чемъ будетъ необходимо еще соотвѣтственное число желѣзныхъ колецъ, расположенныхъ въ выше указанномъ разстояніи другъ отъ друга.

При опусканіи колодцевъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ.

Вырываютъ рыхлый грунтъ до нѣкоторой глубины, но во всякомъ случаѣ не ниже уровня грунтовыхъ водъ; выравниваютъ дно полученной такимъ образомъ ямы и укладываютъ на немъ деревянное кольцо; затѣмъ возводятъ стѣнки колодца до высоты приблизительно въ 6′ надъ поверхностью земли и устраиваютъ надъ колодцемъ платформу для рабочихъ (Таб. 6, черт. 17). Земля подъ кольцомъ постепенно удаляется, и колодецъ, въ силу собственнаго вѣса и иногда еще искусственной нагрузки, соотвѣтственно опускается. Удаленіе земли изъ внутренняго пространства колодцевъ производится помощью приспособленій разнаго вида (бура съ мѣшкомъ и т. п.). Колодцы непремѣнно должны быть предохраняемы отъ внезапнаго опусканія, отчего могутъ произойти трещины въ кладкѣ стѣнокъ ихъ и еще другія неудобства.

г. Опускные деревянные колодцы или ящики. Взамѣнъ опускныхъ колодцевъ изъ каменной кладки иногда примѣняются деревянные опускные колодцы или ящики. Это дѣлается преимущественно при рыхлыхъ грунтахъ, не оказывающихъ изобиліе воды, и при небольшой глубинѣ залеганія материка. Относительно расположенія деревянныхъ опускныхъ ящиковъ въ планѣ указываемъ на прежде сказанное относительно расположенія каменныхъ опускныхъ колодцевъ и отдѣльныхъ фундаментныхъ столбовъ.

Форма поперечнаго сѣченія деревянныхъ опускныхъ ящиковъ бываетъ квадратная и прямоугольная, при чемъ ящики послѣдняго вида располагаются длинною стороною перпендикулярно къ оси стѣны (Таб. 6, черт. 18). Такимъ образомъ образуются по обѣимъ сторонамъ стѣны обрѣзы отъ 4″ до 8″ ширины. При неправильной формѣ плана зданія встрѣчаются также другія формы ящиковъ, приспособленныя къ угламъ, образуемымъ стѣнами зданія.

Размѣры опускныхъ ящиковъ въ свѣту зависятъ отъ толщины стѣнъ, которыя должны поддерживать столбы, устроенные внутри ящиковъ, и отъ давленія, передаваемаго этими столбами на грунтъ. Въ мѣстахъ пересѣченія стѣнъ и на углахъ зданія форма ящиковъ дѣлается обыкновенно квадратною.

Для облегченія опусканія ящиковъ, поперечное сѣченіе ихъ кверху постепенно уменьшается въ отношеніи 1:50 до 1:25.

Опускные ящики устраиваются изъ досокъ толщиною отъ 2″ до 2½″ и иногда также большей толщины. Доски располагаются обыкновенно горизонтальными, но, при небольшой глубинѣ залеганія материка и незначительномъ давленіи земли, положеніе ихъ можетъ быть также вертикальнымъ.

Опускные ящики изъ вертикальныхъ досокъ составляются при помощи обвязокъ изъ 6-дюймовыхъ брусьевъ, къ которымъ прибиваются доски.

Обвязки располагаются у верхняго и нижняго краевъ ящика, и при большей глубинѣ необходима еще промежуточная обвязка. Эта послѣдняя должна находиться ближе къ нижней обвязкѣ, такъ-какъ здѣсь давленіе земли больше, чѣмъ вверху (Таб. 6, черт. 19). Нижней обвязкѣ даютъ клинчатую форму. Для укрѣпленія нижняго края ящика, нерѣдко снаружи прикрѣпляется къ нему еще обвязка изъ 2 до 2½-дюрмовыхъ досокъ.

Опускные ящики изъ горизонтальныхъ досокъ устраиваются помощью угловыхъ стоекъ g квадратнаго (Таб. 6, черт. 20) или таковыхъ а треугольнаго (Таб. 6, черт. 21) поперечнаго сѣченія толщина которыхъ должна составлять отъ 4″ до 5″. При бóльшихъ измѣреніяхъ ящиковъ располагаются еще промежуточныя стойки въ видѣ толстыхъ досокъ.

Въ верхней части ящиковъ доски, изъ которыхъ они устраиваются, могутъ быть принимаемы тоньше, чѣмъ въ нижней, соотвѣтственно давленію земли, которому онѣ должны сопротивляться. Нижній рядъ досокъ нерѣдко дѣлается двойнымъ, для усиленія нижняго края ящика, подверженнаго при опусканіи болѣе значительнымъ усиліямъ. Иногда внутри ящика оказываются еще полез-

ными наклонныя или горизонтальныя распорки, показанныя пунктиромъ на чертежахъ 20 и 21 на таб. 6.

Въ слѣдующемъ показана схема употребительныхъ основаній гражданскихъ сооруженій по Durm'y „Handbuch der Architektur".

Схема употребительныхъ способовъ основаній гражданскихъ сооруженій.

Материкъ.	Воды нѣтъ.	Вода имѣется въ видѣ: грунтовыхъ водъ.	Вода имѣется въ видѣ: открытой воды, уступающей водоотливу.	Вода, не уступающая водоотливу.
На незначительной глубинѣ.	Кладка фундаментовъ непосредственно на материкѣ.	1) Отрывка рыхлаго грунта до материка, водоотливъ и а, сплошныя фундаментныя стѣны; б, отдѣльные фундаментные столбы, связанные обратными арками. 2) Не толстый бетонный слой для заглушенія ключей.	1) Устройство сухой фундаментной ямы при помощи перемычекъ, отрывка рыхлаго грунта и сплошныя фундаментныя стѣны. 2) Не толстый бетонный слой для заглушенія ключей.	1) Каменная наброска. 2) Погружаемый бетонный слой безъ водоотлива.
На достижимой глубинѣ.	Отрывка рыхлаго грунта и а, сплошныя фундаментныя стѣны, б, отдѣльные фундаментные столбы съ обратными арками или безъ нихъ, в, бетонный слой.	Отрывка рыхлаго грунта ниже уровня грунтовыхъ водъ и а, глубоко заложенный свайный ростверкъ, б, бетонный слой для заглушенія ключей съ отливомъ и безъ отлива.	1) Устройство сухой фундаментной ямы при помощи перемычекъ и глубоко заложенный свайный ростверкъ. 2) Высокій свайный ростверкъ.	1) Высокій свайный ростверкъ. 2) Землечерпаніе и а, каменная наброска, б, погружаемый бетонъ. 3) Опускные колодцы. 4) Опускные ящики.
На недостижимой глубинѣ.	1) Уширеніе фундамента. 2) Широкій слой бетона. 3) Сухая каменная кладка. 4) Песчаные слои. 5) Обратные своды.	Отрывка рыхлаго грунта до подходящей глубины, во всякомъ случаѣ ниже самаго низкаго уровня грунтовыхъ водъ. 1) Водоотливъ и а, лежачій ростверкъ, б, песчаные слои, в, широкій слой бетона, г, свайный ростверкъ или забивка свай для уплотненія грунта. д, обратные своды, е, каменная наброска. 2) Широкій слой бетона безъ водоотлива.	1) Устройство сухой фундаментной ямы, отрывка рыхлаго грунта до подходящей глубины и а, лежачій ростверкъ, б, песчаные слои, в, широкій слой бетона, г, свайный ростверкъ или забивка свай для уплотненія грунта. 2) Высокій свайный ростверкъ.	Загруженіе окружающаго фундаментъ грунта и а, опускные колодцы, б, опускные ящики.
Замѣчанія	Не употреблять дерева.	Дерево подъ водою допустимо; возможность точной работы.	Дерево подъ водою допустимо; возможность точной работы.	Дерево подъ водою допустимо; точная работа невозможна.

Пластинныя, шпунтовыя и свайныя стѣнки или свайные ряды. Такъ называются стѣнки, которыя устраиваются изъ толстыхъ досокъ или брусьевъ, забиваемыхъ въ землю. Пластинныя стѣнки имѣютъ толщину до 3", шпунтовыя — отъ 3" до 6", а свайныя — больше 6".

Всѣ эти стѣнки имѣютъ цѣлью, предохранять подошву фундаментовъ отъ подмыванія водою, почему онѣ располагаются вокругъ фундаментной кладки, подверженной указанной опасности.

Соединеніе отдѣльныхъ свай или досокъ производится посредствомъ паза и шпунта, при чемъ послѣднему придаютъ прямоугольную (Таб. 7,

черт. 40) или клинчатую форму (Таб. 7, черт. 41). Для сбереженія матеріала иногда примѣняется прибивной гребень (Таб. 7, черт. 42). Шпунтовыя стѣнки и свайные ряды снабжаются сверху насадкою (Таб. 7, черт. 43), или привинчивають къ нимъ болтами схватки (Таб. 7, черт. 44). Въ первомъ случаѣ нарѣзаютъ на головахъ свай или досокъ гребень, а въ насадкѣ вынимаютъ соотвѣтственный пазъ. Для обезпеченія направленія шпунтовыхъ рядовъ, забиваютъ на взаимномъ разстояніи отъ $1^1/_2$ до 2 саженей маячные сваи, къ которымъ привинчиваютъ схватки шпунтовыхъ стѣнокъ (Таб. 7, черт. 45).

Перемычки. Для устройства подводныхъ сооруженій или для построекъ непосредственно у воды, слѣдуетъ осушить мѣсто, предназначенное для работы. Это производятъ, ограждая мѣсто постройки водонепроницаемыми стѣнками, такъ-называемыми перемычками. Вода, находящаяся въ такомъ огражденномъ пространствѣ, вычерпывается или выкачивается насосами. Родъ устройства перемычекъ и ихъ размѣры зависятъ отъ глубины воды и напора ея. Здѣсь должны быть показаны только простые образцы. Для глубины до 2′ оказывается достаточною простая земляная насыпь съ угломъ откоса въ 30°. При большей глубинѣ, отъ 2′ до 3′, издержки на такую насыпь становятся слишкомъ значительными, почему лучше устраиваютъ перемычку такого вида, какой показанъ на таб. 7, черт. 46. На разстояніи отъ 6′ до 8′ другъ отъ друга вбиваютъ по двѣ сваи до глубины въ 4′, между которыми вставляютъ горизонтальныя доски. Сваи должны имѣть поперечникъ въ 6″ и вверху должны быть связаны между собою. На сторонѣ, обращенной къ водѣ, насыпаютъ жирную землю, лучше всего, навозъ. При глубинѣ воды отъ 3′ до 5′ устраиваютъ перемычку по чертежу 47 на таблицѣ 7. Черезъ каждые 6′ вбиваютъ наклонныя сваи, которыя вверху соединяются горизонтальнымъ брусомъ, привинченнымъ къ нимъ. Къ этому брусу прислоняются наклонныя доски, расположенныя въ разбѣжку, на которыя также насыпаютъ землю или навозъ.

Выемка фундаментныхъ рвовъ и предохраненіе ихъ боковыхъ стѣнокъ отъ обрушенія.

При сухомъ и довольно плотномъ грунтѣ и небольшой глубинѣ фундаментныхъ рвовъ, боковыя стѣнки ихъ дѣлаются вертикальными. Онѣ бываютъ подвержены обрушенію только при продолжительной дождливой погодѣ, или если онѣ нагружаются значительнымъ количествомъ насыпанной земли. При большей же глубинѣ до 6′ и рыхломъ грунтѣ, боковыя стѣнки рвовъ должны быть расположены откосами, которымъ даютъ уклонъ къ горизонту отъ 1 : 1 до 1 : $1^1/_2$. При еще большей глубинѣ, откосы прекращаются уступами (Таб. 8, черт. 48) шириною отъ $1^1/_2$′ до 4′, которые служатъ для удобной отрывки грунта, перекидывая землю съ уступа на уступъ, и послѣ для складыванія строительныхъ матеріаловъ. Для сбереженія земляныхъ работъ и если приходится опасаться по какимъ-либо причинамъ обрушенія откосовъ, послѣдніе укрѣпляются досками и распорками. Въ обыкновенныхъ случаяхъ оказываются достаточными двѣ или болѣе горизонтальныхъ досокъ, прижимаемыхъ къ боковымъ стѣнкамъ фундаментныхъ рвовъ при помощи круглыхъ распорокъ съ клиньями (Таб. 8, черт. 49). Иногда располагаютъ передъ горизонтальными досками, на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга, вертикальныя доски, прижимаемыя къ первымъ также распорками (Таб. 8, черт. 50). При фундаментныхъ рвахъ большой глубины вбиваютъ черезъ каждые 4′ до 6′ сваи поперечникомъ отъ 5″ до 6″ и за ними укладываютъ горбыли толщиною отъ $1^1/_2$″ до 2″ (Таб. 8, черт. 51). Промежутомъ между откосомъ и досками заполняется землею.

Фундаментныя стѣны. Фундаментъ состоитъ обыкновенно изъ трехъ частей (Таб. 8, черт. 52): изъ банкета a, собственнаго фундамента b и цоколя c. При обыкновенныхъ условіяхъ обрѣзы уступовъ дѣлаются одинаковой ширины съ обѣихъ сторонъ стѣнъ. Если фундаментъ устраивается изъ кирпичей, то обрѣзамъ даютъ ширину обыкновенно въ четверть кирпича и не болѣе полукирпича, а при кладкѣ изъ бутового или булыжнаго камня ширину отъ 3″ до 6″. При тяжелыхъ зданіяхъ и не вполнѣ надежномъ грунтѣ, банкетъ, для уширенія подошвы его, устраивается уступами, какъ это показано на таблицѣ 3, черт. 25 и 26. При обыкновенныхъ условіяхъ банкету даютъ высоту въ 2′. Если фундаментныя стѣны, кромѣ вертикальной нагрузки, должны сопротивляться еще распору свода, то располагаютъ обрѣзы на сторонѣ, противоположной послѣднему (Таб. 8, черт. 53). Такимъ же образомъ поступаютъ, если

фундаментныя стѣны одновременно представляютъ подвальныя стѣны (Таб. 8, черт. 54). Въ этомъ случаѣ высота собственнаго фундамента зависитъ отъ вышины подвала. Фундаменту перегородокъ изъ бутовой или кирпичной кладки, служащихъ для отдѣленія помѣщеній въ зданіи другъ отъ друга и поэтому передающихъ на грунтъ только небольшое давленіе, даютъ до глубины въ 6′ только одинъ уступъ и до глубины въ 12′ два уступа. Среднія стѣны, которыя должны сопротивляться нагрузкѣ потолковъ и крыши, получаютъ такіе же уступы, какъ наружныя стѣны. Фундаментомъ деревянныхъ перегородокъ могутъ служить и кирпичные столбики, размѣщенные другъ отъ друга на разстояніи отъ 12′ до 15′.

Высота цоколя обусловливается существованіемъ подъ зданіемъ подвала и тѣмъ, живутъ ли въ немъ люди или нѣтъ. Жилые подвалы должны выступать на половину своей вышины за поверхность земли и требуютъ поэтому цоколя высотою отъ 4′ до 5′. Верхній край цоколя находится обыкновенно на равной высотѣ съ поломъ нижняго этажа. Наименьшая высота цоколя составляетъ $1\frac{1}{2}'$, такъ-какъ вода, стекающая съ крыши, снѣгъ и ледъ обнаруживаютъ разрушительное дѣйствіе до такой вышины.

При сельскохозяйственныхъ и фабричныхъ зданіяхъ располагаютъ полъ нижняго этажа часто подъ верхнимъ краемъ цоколя, обыкновенно на высоту одной ступени надъ поверхностью земли. Въ послѣднемъ случаѣ расположеніе подвальныхъ оконъ сопряжено съ затрудненіями. Если считаютъ на перекрытіе оконъ аркою 5″ и на разстояніе подоконника отъ поверхности земли также 5″, то остается при высотѣ цоколя въ $1\frac{1}{2}'$ для вышины окна только 8″. Если при этомъ полъ нижняго этажа находится на равной высотѣ съ верхнимъ краемъ цоколя, то арка оконнаго отверстія должна быть расположена наклонно (Таб. 8, черт. 55).

Если полъ нижняго этажа опускается, то расположеніе оконъ можно производить по чертежу 56 на таб. 8. Если при низкомъ цоколѣ приходится давать окнамъ большіе размѣры, то устраиваютъ свѣтовые ящики (Таб. 8, черт. 57 и 58) или свѣтовые проходы. Чтобы передняя стѣнка свѣтового ящика могла лучше сопротивляться давленію земли, она устраивается въ видѣ свода. Для стока воды даютъ дну ящика уклонъ и располагаютъ въ передней стѣнкѣ у самаго дна одну или нѣсколько канавокъ, иногда въ видѣ глиняныхъ трубокъ, устья которыхъ окружаютъ щебнемъ или крупнымъ гравіемъ, чтобы облегчать просачиваніе воды въ подпочву.

Такъ-какъ грунтъ, вырытіемъ фундаментныхъ рвовъ близъ самаго зданія, всегда разрыхленъ, свѣтовые же ящики устраиваются обыкновенно по окончаніи кладки зданія, то они всегда болѣе или менѣе опускаются и легко могутъ разъединиться отъ зданія, если имъ не даютъ фундаментовъ равной глубины съ фундаментами самаго зданія. Чтобы избѣгать такихъ глубокихъ фундаментовъ, во многихъ случаяхъ устраиваютъ консоли по обѣимъ сторонамъ окна, упирающіяся въ обрѣзъ фундамента. Эти консоли вверху соединяются аркою съ желѣзною связью; на консоляхъ и аркѣ возводятся стѣнки свѣтового ящика. Вверху стѣнки оканчиваются рядомъ кирпичей на ребро или тесаннымъ камнемъ (Таб. 8, черт. 58).

Предохраненіе стѣнъ отъ проникaнія сырости грунта.

а) *Предохраненіе стѣнъ отъ снизу подымающейся сырости грунта.* Наиболѣе надежное предохраненіе фундаментныхъ и подвальныхъ стѣнъ отъ подымающейся сырости грунта представило бы производство кладки ихъ изъ водонепроницаемаго матеріала на гидравлическомъ растворѣ. Матеріалы такого рода бываютъ цементный бетонъ, желѣзняки или клинкеры, кварциты, базальты, граниты и др. Но по дороговизнѣ этихъ матеріаловъ, а часто также по невозможности доставки и другимъ недостаткамъ ихъ, кладка указанныхъ стѣнъ производится обыкновенно изъ сильно обожженнаго кирпича или плотнаго бутового камня на гидравлическомъ растворѣ, при чемъ для послѣдняго свойство водонепроницаемости не требуется, потому что проникaнію сырости грунта препятствуется особеннымъ горизонтальнымъ водонепроницаемымъ изолирующимъ слоемъ.

Если подъ зданіемъ не имѣется подвальныхъ помѣщеній, то изолирующій слой укладывается надъ цоколемъ непосредственно подъ нижними гранями потолочныхъ балокъ перваго этажа, а при зданіяхъ съ подваломъ — на равной высотѣ съ поверхностью бетоннаго или кирпичнаго пола или

подъ нижними гранями лаговъ, поддерживающихъ досчатый полъ подвала. Въ послѣднемъ случаѣ, т.-е. при присутствіи подваловъ, слѣдуетъ заботиться еще о защитѣ подвальныхъ стѣнъ отъ просачиванія сырости грунта сбоку.

Въ большинствѣ случаевъ цокольная кладка зданія подвергается промачиванію брызгами дождя и стекающею съ крыши водою. Чтобы препятствовать подыманію сырости изъ цокольной кладки въ кладку стѣнъ надъ цоколемъ, располагаютъ, кромѣ того, часто еще второй изолирующій слой непосредственно надъ цоколемъ.

Требованія, которымъ должны удовлетворять изолирующіе слои, слѣдующія: водонепроницаемость, прочность, достаточное сопротивленіе сжатію и неизмѣняемыя эластичность и тягучесть, допускающія незначительныя осадки внутри кладки стѣнъ; кромѣ того, измѣненія температуры не должны обнаруживать никакого вліянія на качества матеріаловъ для изолирующихъ слоевъ.

Слѣдующіе матеріалы преимущественно примѣняются для изолирующихъ слоевъ:

1) **Асфальтъ.** Асфальтъ представляетъ въ настоящее время наиболѣе употребительный матеріалъ для изолирующихъ слоевъ. Рекомендуются слѣдующія смѣси: 5 вѣсовыхъ частей асфальтоваго мастика, 1/2 до 1 вѣс. части гудрона и 2 вѣс. части остроугольнаго песку. Масса должна быть составлена такимъ образомъ, чтобы она, при полной нагрузкѣ зданіемъ, по слишкомъ значительной мягкости не могла выжиматься изъ швовъ кладки; при этомъ, однако, она не должна быть столь хрупка, чтобы она при отвердѣніи не получила трещинъ.

Изолирующій слой толщиною отъ 1/2″ до 3/4″ наносится на выровненную и высохшую кладку. Такъ-какъ асфальтъ дѣйствіемъ солнечныхъ лучей размягчается, а при сильномъ морозѣ становится хрупкимъ и ломкимъ, то онъ оказывается болѣе удобнымъ для кладки подъ землею, чѣмъ для кладки надъ землею.

Искусственнаго асфальта для изолированія стѣнъ приходится избѣгать.

2) **Асфальтовыя плиты.** Асфальтовыя плиты по заказу получаются различныхъ размѣровъ на фабрикахъ; онѣ состоятъ изъ волокнистой массы, пропитанной асфальтомъ, бываютъ гибки и тягучи и обладаютъ неограниченною долговѣчностью.

Отдѣльныя плиты укладываются съ перекроемъ въ 4″ и приклеиваются другъ къ другу гудрономъ.

Такія плиты доставляютъ, противъ литого асфальта, значительныя выгоды.

3) **Кровельный толь.** Листы изъ кровельнаго толя обходятся дешевле выше описанныхъ асфальтовыхъ плитъ, но бываютъ менѣе надежны. Листы настилаются на слоѣ раствора двумя слоями, при чемъ стыки ихъ должны быть расположены въ перевязку, или листы укладываются одиночнымъ слоемъ съ перекроемъ въ 3″. Приклеиваніе листовъ другъ къ другу производится гудрономъ или древеснымъ цементомъ. Листы изъ кровельнаго толя покрываются слоемъ раствора.

4) **Листовой свинецъ.** Листовой свинецъ толщиною отъ 1,5 до 2 mm представляетъ отличный матеріалъ для изолирующихъ слоевъ кладки стѣнъ, при которыхъ приходится опасаться осадокъ. Свинцовые листы дѣлаются по возможности длиннѣе и укладываются въ перекрой въ 3″, при чемъ они у стыковъ, лучше всего, спаиваются.

Швы между листами иногда уплотняются гудрономъ. Листовой свинецъ дѣйствіемъ известковаго или цементнаго раствора, при присутствіи сырости, въ теченіе времени разрушается, почему приходится защищать его оберткою, которая можетъ состоять изъ бумаги, приклеенной къ свинцовымъ листамъ гудрономъ.

5) **Стекло.** Стекло, по его хрупкости, оказывается для изолирующихъ слоевъ менѣе надежнымъ.

Употребляется въ дѣло сырое стекло плитами толщиною отъ 3 до 6 mm, укладываемыми на известковомъ или цементномъ растворѣ, въ сосставъ которыхъ долженъ входить только просѣянный мелкозернистый песокъ. Швы между плитами перекрываются стеклянными полосами и замазываются.

6) **Клинкеры на цементномъ или асфальтовомъ растворѣ.** Изолирующіе слои изъ клинкеровъ на цементномъ или асфальтовомъ растворѣ устраиваются нѣсколькими рядами, при чемъ предпочитаютъ асфальтовый растворъ, если слѣдуетъ опасаться значительныхъ осадокъ кладки стѣнъ. Изолирующіе слои указаннаго рода бываютъ крѣпки и довольно плотны.

7) **Аспидныя доски.** Для устройства изолирующихъ слоевъ аспидныя доски употребляются двойнымъ слоемъ, при чемъ стыки досокъ распо-

лагаются на перевязку. При тщательной укладкѣ на цементномъ растворѣ аспидныя доски оказываются довольно крѣпкими, но менѣе плотными, чѣмъ стекло и клинкеры.

8) **Цементъ.** Изолирующіе слои изъ портландскаго цемента (1 ч. цемента и 1 или 2 ч. песку) толщиною отъ $^1/_2$″ до $^3/_4$″, по ихъ хрупкости, бываютъ наименѣе надежны.

Вставленіемъ двухъ рядовъ сильно обожженныхъ черепицъ дѣло не улучшается.

б. *Предохраненіе стѣнъ отъ прониканія сырости сбоку.* Сырость, приступающая къ стѣнамъ, часто происходитъ отъ просачивающихся въ грунтъ атмосферныхъ осадокъ. Въ такомъ случаѣ количество послѣднихъ значительно можетъ уменьшаться плотною мостовою, уложенною шириною отъ $2^1/_2$′ до 3′ вокругъ зданія (Таб. 9, черт. 3 и 4). Весьма способствуетъ сухому состоянію стѣнъ гладкая наружная поверхность ихъ съ совершенно заполненными швами, а обрѣзы стѣнъ всегда должны быть снабжены отливомъ. Кромѣ того, слѣдуетъ заботиться о скоромъ стокѣ просачивающейся въ грунтъ воды. Это дѣлается засыпкою фундаментовъ проницаемымъ матеріаломъ, лучше всего чистымъ пескомъ или гравіемъ. Такая засыпка должна доходить до подошвы нижняго уступа фундамента или даже ниже ея (Таб. 9, черт. 1, 5 и 6). Иногда укладываются въ нижней части засыпки дренажныя трубы.

При сухомъ грунтѣ, указанныя мѣры, въ связи съ горизонтальными изолирующими слоями и плотнымъ строительнымъ матеріаломъ для кладки стѣнъ, оказываются достаточными для содержанія стѣнъ обыкновенныхъ подваловъ въ сухомъ состояніи; но если подвалы предназначены для жилыхъ помѣщеній и грунтъ сыръ, то слѣдуетъ принимать другія мѣры для достиженія указанной цѣли. Эти мѣры заключаются въ томъ, что дѣлаютъ наружныя подвальныя стѣны водонепроницаемыми, или совершенно удерживаютъ воду отъ нихъ. Это достигается вертикальными изолирующими слоями, пустотѣлыми стѣнами, изолирующими стѣнками и открытыми или покрытыми сточными канавами. Эти средства должны быть разсматриваемы въ слѣдующемъ.

а. Вертикальные изолирующіе слои. Вертикальные изолирующіе слои могутъ состоять изъ окраски въ нѣсколько разъ горячимъ гудрономъ или каменоугольною смолою. Но такая окраска не прочна.

Обмазка изъ литого асфальта толщиною отъ $^1/_2$″ до $^3/_4$″ также не можетъ рекомендаваться, такъ-какъ она дурно пристаетъ къ кладкѣ. Если, не смотря на это, такая обмазка примѣняется, то она должна быть расположена при стѣнахъ изъ кирпичной кладки на наружной сторонѣ (Таб. 8, черт. 59), а при стѣнахъ изъ бутовой кладки — на внутренней сторонѣ (Таб. 8, черт. 60). Прочнѣе упомянутой обмазки бываетъ слой штукатурки изъ цементнаго раствора толщиною отъ $^1/_2$″ до $^3/_4$″. Изолирующіе слои большей толщины изъ цементнаго раствора производятся при помощи нѣсколькихъ рядовъ хорошо обожженныхъ черепицъ.

Наружная облицовка стѣнъ изъ желѣзняковъ толщиною въ $^1/_2$ кирпича, заложенныхъ на асфальтѣ и обмазанныхъ послѣднимъ, оказывается выгодною (Таб. 9, черт. 1). При незначительной сырости грунта и если стѣны устроены изъ бутовой кладки, облицовка можетъ быть располагаема на внутренней сторонѣ стѣнъ. Водонепроницаемость стѣнъ достигается въ такомъ случаѣ посредствомъ кровельнаго толя (Таб. 9, черт. 2). При этомъ внутренній край нижняго уступа фундамента покрывается асфальтовою полосою шириною въ 7″ и толщиною въ $^3/_4$″, потомъ возводится подвальная стѣна изъ бутовой кладки до поверхности земли, на $^1/_2$ кирпича тоньше предназначенной толщины стѣны, и шероховатая внутренняя поверхность ея нѣсколько сглаживается штукатуркою. По высыханіи послѣдняя окрашивается горячимъ гудрономъ, и къ нему приклеивается кровельный толь съ перекроемъ въ 4″.

Загнутый нижній край толя кладется на асфальтовую полосу, между тѣмъ какъ верхній край загибается наружу и покрывается слоемъ асфальта, занимающимъ всю ширину стѣны. По уплотненіи швовъ между отдѣльными листами толя кровельною

бумагою и древеснымъ цементомъ, возводится облицовка толщиною въ 1/2 кирпича.

Для вертикальныхъ изолирующихъ слоевъ употребляются съ выгодою также стеклянныя плиты съ оболочкою изъ цементнаго раствора.

Нерѣдко возводятъ подвальныя стѣны двуслойными. Если заполняютъ промежутокъ между отдѣльными стѣнами слоемъ цементнаго раствора, то ширина его должна составлять отъ 3/4″ до 2″; но если промежутокъ заполняется жирною глиною, то ширина его дѣлается не меньше 4″ до 5″. На наружной сторонѣ стѣнъ располагаютъ вертикальный слой жирной глины толщиною не менѣе 1′.

β. *Пустотѣлыя стѣны.* Для предохраненія отъ просачиванія сырости грунта сбоку, подвальныя стѣны часто устраиваются съ воздушною прослойкою, обыкновенно толщиною въ 1/4 кирпича. Эта воздущная прослойка располагается или на наружной или на внутренней сторонѣ, и для обезпеченія устойчивости подвальныхъ стѣнъ она должна находиться совсѣмъ или частью внѣ лицевыхъ поверхностей стѣнъ перваго этажа.

Расположеніе воздушной прослойки на наружной сторонѣ стѣнъ слѣдуетъ предпочитать (Таб. 9, черт. 3, 5 и 6), но, по извѣстнымъ причинамъ, она находится при стѣнахъ изъ бутовой кладки также на внутренней сторонѣ (Таб. 9, черт. 4).

Стѣнка, ограничивающая воздушную прослойку, дѣлается толщиною въ 1/2 кирпича и связывается съ подвальною стѣною тычками, заложенными на асфальтовомъ растворѣ. Предлагаемая стѣнка основывается на обрѣзѣ нижняго уступа фундамента и возводится изъ водонепроницаемаго матеріала на цементномъ растворѣ; сверху она, вмѣстѣ съ воздушною прослойкою, покрывается выступомъ цоколя (Таб. 9, черт. 3 и 5) или рядомъ кирпичной кладки на ребро или плитами.

Для того, чтобы воздухъ, заключенный въ пустотѣ, не могъ передавать влажность подвальнымъ стѣнамъ, слѣдуетъ заботиться о безпрерывномъ возобновленіи его. Для этой цѣли пустота соединяется вверху канавками съ наружнымъ воздухомъ, а внизу обыкновенно съ подвальными помѣщеніями. Отверстія верхнихъ канавокъ расположены часто въ откосахъ оконныхъ проемовъ (Таб. 9, черт. 3, и таб. 10, черт. 1) или подъ подоконниками (Таб. 9, черт. 4 и 5). Если подвалы предназначены для жилыхъ помѣщеній, то отверстія нижнихъ канавокъ находятся подъ досчатымъ поломъ, а пространство подъ послѣднимъ, для отведенія притекающаго изъ пустотъ воздуха, соединяется съ вытяжною или съ дымовою трубою, или съ особо для этой цѣли устроенною трубою, шириною въ 4″, а высотою въ 6′, находящеюся на задней сторонѣ комнатной печи.

Рекомендуется укладывать лаги для прикрѣпленія досчатаго пола на кирпичные столбики (Таб. 9, черт. 3 и 5), покрытые слоемъ литого асфальта или толемъ, и устраивать подъ досчатымъ поломъ еще кирпичный или бетонный полъ, также покрываемый слоемъ асфальта.

Отведеніе влажнаго воздуха изъ пустоты ограждающихъ стѣнъ жилыхъ подвальныхъ помѣщеній выше указаннымъ путемъ, по легко понятнымъ причинамъ, невыгодно; гораздо цѣлесообразнѣе оказывается отведеніе воздуха по вертикальнымъ канавкамъ, соединеннымъ съ нижними горизонтальными канавками и расположеннымъ въ перегородкахъ зданія непосредственно у дымовой трубы. Эти вертикальныя канавки проводятся за крышу.

Кромѣ того, желательно еще провѣтриваніе пространства подъ досчатымъ поломъ подвала.

Упомянутыя горизонтальныя канавки располагаются, лучше всего, надъ горизонтальнымъ изолирующимъ слоемъ подвальныхъ стѣнъ (Таб. 9, черт. 3); но встрѣчается положеніе ихъ также подъ послѣднимъ. Изолирующій слой самъ долженъ находиться на 6″ надъ дномъ воздушной прослойки, чѣмъ получается углубленіе, въ которомъ проникнувшая вода можетъ накопляться. Эта вода отводится особыми трубками въ грунтъ, снабжаемый дренажемъ (Таб. 9, черт. 5 и 6, таб. 10, черт. 1).

При этомъ предполагается, что уровень грунтовыхъ водъ всегда находится на надлежащей глубинѣ подъ поломъ подвала, такъ-что не приходится опасаться прониканія запруженной воды въ пустоты стѣны черезъ сточныя трубки.

Вообще можно сказать, что предохраненіе подвальныхъ стѣнъ отъ проникания сырости грунта сбоку посредствомъ воздушной прослойки представляетъ весьма неудобное и очень сложное средство.

γ. *Изолирующія стѣнки.* Разница между изолирующими стѣнками и стѣнками, ограничивающими воздушную прослойку, заключается только въ томъ, что послѣднія образуютъ составную часть подвальныхъ стѣнъ, между тѣмъ какъ изолирующія стѣнки, толщиною обыкновенно въ $^1/_2$ кирпича, устроены передъ подвальными стѣнами и отдѣлены отъ нихъ воздушною прослойкою. Послѣдняя имѣетъ толщину въ $^1/_4$ кирпича и болѣе и собственно представляетъ изолирующее средство (Таб. 9, черт. 6, и таб. 10, черт. 1).

Относительно подробностей устройства изолирующихъ стѣнокъ указываемъ на выше сказанное.

Изолирующія стѣнки основываются также на обрѣзахъ нижняго уступа фундамента.

Во избѣжаніе извѣстныхъ неудобствъ разнаго рода рекомендуется заполнить воздушную прослойку литымъ асфальтомъ.

δ. *Проходы.* Хорошее изолированіе подвальныхъ стѣнъ достигается проходами шириною не менѣе $2^1/_2'$, расположенными непосредственно передъ стѣнами и допускающими удобное очищеніе. Такіе проходы могутъ быть открытыми или закрытыми.

в. *Предохраненіе половъ отъ подымающейся снизу сырости.* Для предохраненія отъ подымающейся снизу сырости полы устраиваются изъ водонепроницаемаго матеріала, а если они состоятъ изъ дерева, то отдѣляются отъ грунта пустотами.

Грунтъ подъ поломъ не долженъ содержать въ себѣ органическія вещества, и, въ случаѣ надобности, слѣдуетъ замѣнить его чистымъ пескомъ, гравіемъ или слоемъ обыкновенной или, что еще лучше, синей глины. Надъ слоемъ такого рода устраиваютъ полъ изъ кирпичей, каменныхъ плитъ или бетона, толщиною отъ 4″ до 6″, и покрываютъ его еще слоемъ асфальта или цемента, соединяемымъ съ горизонтальными или вертикальными изолирующими слоями въ стѣнахъ (Таб. 10, черт. 2). Вертикальный изолирующій слой состоитъ въ показанномъ примѣрѣ изъ готовыхъ асфальтовыхъ плитъ съ загнутыми верхними краями, входящими въ швы кладки стѣнъ.

Если подвалы предназначены для жилыхъ помѣщеній, то полъ ихъ устраивается, лучше всего, извѣстнымъ образомъ изъ дерева (Таб. 9, черт. 3 и 5). Въ такомъ случаѣ полъ долженъ находиться на 1′ 4″ надъ наивысшемъ уровнемъ грунтовыхъ водъ.

г. *Предохраненіе подвальныхъ помѣщеній отъ проникания грунтовыхъ водъ.* Если уровень грунтовыхъ водъ находится выше пола подвальныхъ помѣщеній, то послѣднія, въ случаѣ надобности, должны быть предохранены отъ проникания воды.

Предохранительныя мѣры должны производиться весьма тщательно и обходятся очень дорого; а это тѣмъ болѣе, чѣмъ выше уровень грунтовыхъ водъ находится надъ поломъ подвала.

Въ виду этого приходится совѣтовать, не предназначить подвалы такого положенія для жилыхъ помѣщеній.

Родъ предохранительныхъ мѣръ зависитъ отъ того, остается ли уровень грунтовыхъ водъ на неизмѣнной высотѣ или подымается ли онъ только по временамъ выше подошвы фундамента.

Въ первомъ случаѣ работы должны производиться подъ водою, а въ другомъ обыкновеннымъ образомъ въ сухія времена года. Въ обоихъ случаяхъ оказывается надежнѣе всего, укладывать подъ зданіемъ, по всему его протяженію, бетонный слой, на краяхъ котораго возводятъ бетонныя стѣны надлежащей высоты и толщины. Внутри полученнаго такимъ образомъ водонепроницаемаго котлована возводятся фундаменты.

α. *Бетонный слой.* Толщина бетоннаго слоя

зависитъ отъ высоты уровня грунтовыхъ водъ надъ поломъ подвала. При сильномъ напорѣ грунтовыхъ водъ можно давать слою бетона толщину въ $6^1/_2{}'$, а во всякомъ случаѣ она должна быть принимаема не менѣе 2′.

Не выгодно, употреблять для возведенія водонепроницаемыхъ стѣнъ котлована очень плотный бетонъ; лучше стараются достигать водонепроницаемости ихъ помощью изолирующаго слоя изъ асфальтовыхъ плитъ. Такой слой можно располагать также внутри бетоннаго слоя, образующаго дно котлована.

Не смотря на простоту устройства бетоннаго слоя выше указаннаго вида съ изолирующимъ слоемъ, онъ все-таки рѣдко встрѣчается.

Часто довольствуются бетоннымъ слоемъ между нижними уступами фундаментныхъ стѣнъ (Таб. 10, черт. 3). Изолирующій слой внутри бетоннаго слоя въ этомъ случаѣ безусловно не долженъ состоять изъ хрупкаго цемента, но изъ гибкаго вещества, напр. изъ асфальта. Передъ стѣною располагается вертикальный слой изъ бетона или жирной глины толщиною не менѣе 1′.

Для опредѣленія толщины d слоя бетона между фундаментными стѣнами можно пользоваться слѣдующею формулою Вейса:

$$d = \sqrt{\left(\frac{b^2}{100}\right)^2 + \frac{b^2 h}{100}} - \frac{b^2}{100}$$

Въ этой формулѣ означается черезъ d толщина бетоннаго слоя, черезъ b — ширина подвала и черезъ h — высота уровня грунтовыхъ водъ надъ подошвою бетоннаго слоя. Всѣ размѣры приняты въ метрахъ. При пользованіи предлагаемою формулою слѣдуетъ принимать въ разсчетъ всѣ условія частнаго случая. Во всякомъ случаѣ, толщина бетоннаго слоя между фундаментными стѣнами должна быть принимаема не меньше 1′.

При значительной ширинѣ подвальныхъ помѣщеній располагаютъ усиливающія ребра по ширинѣ и длинѣ ихъ.

β. *Обратные своды.* Бетонные слои обыкновенно бываютъ значительной толщины и, для сбереженія матеріала, могутъ замѣняться цѣликомъ или частью обратными плоскими цилиндрическими или сомкнутыми сводами; но это возможно только тогда, если работы могутъ производиться при отсутствіи воды. Напротивъ того, устраиваются обратные своды въ связи съ горизонтальнымъ бетоннымъ слоемъ, расположеннымъ подъ ними, въ такомъ случаѣ, если уровень грунтовыхъ водъ не опускается подъ подошву фундамента. Тогда получается при помощи бетоннаго слоя сухая фундаментная яма.

Послѣдній способъ устройства водонепроницаемаго пола предпочитается, потому что онъ доставляетъ возможность производить кладку сводовъ прочнѣе.

Если въ подвалѣ находятся столбы, то фундаменты ихъ соединяются между собою обратными подпружными арками или бетонными ребрами, между которыми устраиваются своды.

Если подвалъ въ планѣ значительной величины, то онъ раздѣляется подпружными арками или бетонными ребрами на отдѣльныя части меньшей величины.

Пространство между сводами и поломъ заполняется сухимъ пескомъ, кирпичнымъ мусоромъ или тощимъ бетономъ (Таб. 10, черт. 4).

Наиболѣе употребительны для выше указанной цѣли бываютъ цилиндрическіе своды со стрѣлкою въ $^1/_{10}$ до $^1/_{15}$ пролета.

Если своды устраиваются изъ кирпичей, то послѣдніе располагаются въ отдѣльныхъ рядахъ длиною по направленію кривой направляющей свода. Кладка свода производится на цементномъ растворѣ.

При сильномъ напорѣ воды, можно устраивать своды двумя концентрическими рядами и между ними укладывать изолирующій слой (Таб. 10, черт. 5).

Еще болѣе цѣлесообразно, располагать изолирующій слой между обратнымъ сводомъ и нижнимъ бетоннымъ слоемъ (Таб. 10, черт. 6).

При незначительномъ напорѣ воды, обратные цилиндрическіе своды набиваются изъ бетона часто толщиною только въ 5″. На чертежѣ 10, таб. 7, представленъ при-

мѣръ такого вида. Черезъ a означаются обратныя подпружныя арки, въ которыя упираются обратные цилиндрическіе своды b изъ бетона. Своды покрываются водонепроницаемою оболочкою c, и пространство надъ сводомъ заполняется строительнымъ или кирпичнымъ мусоромъ d; на послѣдній наносится слой e цементнаго бетона толщиною въ $2^1/_2''$, служащій подкладкою для пола f изъ чистаго цементнаго раствора. Буква g означаетъ одинъ изъ бетонныхъ камней, имѣющихъ задачею, предохранять обратный сводъ отъ осадки и разломки, если уровень воды опускается ниже свода. Эти бетонные камни дѣлаются квадратной формы со стороною въ $1^1/_2'$ и высотою въ 1′.

Подвальныя стѣны снабжаются изнутри до высоты въ 3′ до 4′ слоемъ штукатурки изъ цементнаго раствора толщиною въ $^1/_2''$.

Разбивка зданій.

Подъ разбивкою зданія подразумѣвается перенесеніе плана возводимаго зданія на поверхность земли.

Если лицевая линія возводимаго зданія совпадаетъ съ лицевыми линіями сосѣднихъ зданій, то приходится обозначать эту линію натянутымъ причалкомъ, прикрѣпленнымъ къ обоимъ сосѣднимъ зданіямъ, и разбивать по послѣднему направленіе другихъ стѣнъ. Если сосѣднихъ зданій не имѣется, то, прежде всего, обозначаютъ направленіе фасада вбитыми въ землю колышками, выступающими за поверхность ея на $1^1/_2'$, и натянутымъ по возможности горизонтальнымъ причалкомъ, прикрѣпленнымъ къ этимъ колышкамъ; затѣмъ обозначаютъ одну оконечную точку фасада и, отложивъ на причалкѣ длину фасадной стѣны, получаютъ другую оконечную точку. Отъ этихъ точекъ опредѣляютъ направленіе щипцовыхъ стѣнъ, которыя могутъ быть перпендикулярны или наклонны къ направленію фасада. Опредѣленіе направленія подъ прямымъ угломъ производится посредствомъ большого обыкновеннаго наугольника, а направленіе подъ косымъ угломъ по наугольнику, особенно приготовленному для наносимаго угла. По обозначеніи направленія щипцовыхъ стѣнъ колышками и причалками, откладываютъ длину ихъ и получаютъ такимъ образомъ остальныя двѣ угловыя точки зданія и, вмѣстѣ съ тѣмъ, направленіе задней стѣны, предполагая при этомъ четыреугольную форму плана зданія.

Такъ-какъ при вырытіи фундаментныхъ рвовъ угловые колышки a a (Табл. 11, черт. 61 и 62) должны удаляться, то устраиваютъ на углахъ, для прикрѣпленія причалковъ, на нѣкоторомъ разстояніи отъ края откосовъ фундаментныхъ рвовъ, разбивочныя обноски. Эти разбивочныя обноски состоятъ изъ горизонтальной доски, поставленной на ребро и прикрѣпленной къ двумъ столбикамъ, врытымъ въ землю. Верхніе края досокъ должны находиться точно въ одномъ уровнѣ и расположены нѣсколько выше цоколя. Въ нихъ дѣлаютъ зарубки, отмѣчающія оконечныя точки направленій стѣнъ выше цоколя. Отложивъ на доскахъ разбивочныхъ обносокъ еще толщину наружныхъ стѣнъ зданія и сдѣлавъ зарубки, получаютъ посредствомъ натянутыхъ причалковъ, прикрѣпленныхъ къ соотвѣтственнымъ зарубкамъ двухъ противоположныхъ разбивочныхъ обносокъ, внѣшнія и внутреннія лицевыя линіи наружныхъ стѣнъ. Дальнѣйшимъ отложеніемъ на доскахъ разбивочныхъ обносокъ всѣхъ обрѣзовъ фундаментныхъ стѣнъ становится возможнымъ точное обозначеніе ширины уступовъ фундамента. Для этой цѣли соединяютъ соотвѣтственныя зарубки двухъ противоположныхъ разбивочныхъ обносокъ натянутыми причалками и подвѣшиваютъ къ нимъ шнурокъ съ отвѣсомъ (Таб. 11, черт. 63), по которому непосредственно можно обозначать ширину уступовъ фундамента. Такимъ же образомъ обозначаютъ ширину фундаментныхъ рвовъ и основанія ихъ откосовъ, среднихъ стѣнъ и перегородокъ. Для производства кладки перегородокъ обозначаютъ направленіе ихъ только однимъ причалкомъ, что оказывается достаточнымъ, такъ-какъ толщина ихъ составляетъ 1 кирпичъ. Если возводимое зданіе имѣетъ крылья и пристройки, то разбиваютъ сперва выше описаннымъ образомъ главную часть зданія, а затѣмъ крылья и пристройки. Для разбивки круглыхъ стѣнъ примѣняютъ шаблоны, сплоченные изъ досокъ. Эти шаблоны устанавливаютъ въ надлежащемъ мѣстѣ въ горизонтальномъ положеніи и опредѣляютъ отъ нихъ, при помощи отвѣса, положеніе фундаментныхъ стѣнъ.

Расположеніе оконъ и дверей обозначаютъ на горизонтальной поверхности стѣнъ обыкновенно помощью особенной разбивочной рейки, съ отмѣтками на ней для оконъ и дверей.

Глава III.
КАМЕННЫЯ РАБОТЫ.

А. Стѣны.

Раздѣленіе стѣнъ. По ихъ назначенію и положенію въ зданіи, стѣны раздѣляются на слѣдующіе роды.

1) **Фундаментныя стѣны.** Онѣ находятся подъ землею и служатъ для передачи груза зданія на грунтъ.

2) **Подвальныя стѣны.** Онѣ ограждаютъ подвальныя помѣщенія и большею частью одновременно представляютъ фундаментныя и цокольныя стѣны.

3) **Цокольныя стѣны.** Онѣ представляютъ ту часть наружныхъ стѣнъ зданія, которая непосредственно возведена на фундаментныхъ стѣнахъ и имѣетъ цѣлью, защищать нижнюю часть наружныхъ стѣнъ зданія отъ разрушительнаго дѣйствія дождевой воды и снѣга, одновременно придавая зданію болѣе красивый видъ.

4) **Лицевыя, фронтовыя или наружныя стѣны.** Онѣ ограждаютъ зданіе снаружи и служатъ опорами потолочныхъ балокъ, крыши и иногда сводовъ. Лицевыя стѣны называются продольными, если онѣ расположены по длинѣ зданія, и щипцовыми, если онѣ расположены по ширинѣ его.

5) **Внутреннія стѣны.** Такія стѣны подраздѣляются на капитальныя, которыя должны сопротивляться грузу потолковъ, сводовъ и т. п. или служатъ для отдѣленія теплыхъ помѣщеній отъ холодныхъ, и на перегородки или переборки, служащія только для раздѣленія внутренняго пространства зданія на отдѣльныя помѣщенія. Внутреннія капитальныя стѣны, расположенныя по длинѣ зданія, называются еще средними стѣнами; въ нихъ находятся обыкновенно дымовыя трубы. Если среднія стѣны расположены двойными и на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга, то онѣ называются корридорными стѣнами. Перегородки расположены обыкновенно перпендикулярно къ продольнымъ наружнымъ и среднимъ внутреннимъ стѣнамъ.

6) **Лѣстничныя стѣны.** Такъ называются стѣны, ограждающія пространство, въ которомъ находятся лѣстницы; въ нихъ часто задѣланы ступени каменныхъ лѣстницъ.

7) **Брандмауеры.** Они отдѣляютъ, для большей безопасности отъ пожара, два другъ къ другу примыкающихъ зданія или раздѣляютъ, для такой же цѣли, одно зданіе на отдѣльныя части. Брандмауеры проходятъ черезъ все чердачное помѣщеніе и возвышаются еще надъ крышею.

8) **Одежды, подпорныя стѣны или стѣны, поддерживающія земляную насыпь.** Онѣ должны сопротивляться боковому давленію отъ напора поддерживаемой массы земли.

9) **Ограды или заборы.** Это ничего иное, какъ свободно стоящія стѣны, служащія для огражденія какого-нибудь даннаго пространства.

Раздѣленіе стѣнъ по роду матеріаловъ, изъ которыхъ онѣ устроены.

Въ этомъ отношеніи различаются слѣдующія стѣны.

А. Стѣны изъ камней, а именно:

1) **Стѣны изъ искусственныхъ камней.**

Таковыя подраздѣляются на:

а. *Стѣны изъ обожженнаго кирпича.*

б. *Стѣны изъ необожженнаго глинянаго и земляного кирпича.*

в. *Стѣны изъ известково-песчанаго кирпича.*

2) **Стѣны изъ естественныхъ камней.** Такія стѣны подраздѣляются на слѣдующія.

а. *Стѣны изъ булыжнаго камня.*

б. *Стѣны изъ бутового камня.*

в. *Стѣны изъ тесанаго камня.*

Б. Набивныя стѣны изъ безформенной массы, а именно:

а. *Известково-песчаныя набивныя стѣны.*

б. *Бетонныя набивныя стѣны.*

в. *Глиняныя и земляныя набивныя стѣны.*

А. Стѣны изъ камней.

Перевязка швовъ въ каменной кладкѣ.

Камни, расположенные въ одной плоскости, составляютъ рядъ кладки. Промежутки между отдѣльными камнями называются швами, а именно: между отдѣльными рядами — постельными, а между отдѣльными камнями одного и того же ряда — вертикальными или заусеночными швами.

При производствѣ кладки стѣнъ изъ камней, особенно изъ камней правильнаго вида, слѣдуетъ соблюдать опредѣленныя правила относительно вза-

имнаго положенія камней, какъ въ одномъ и томъ же ряду, такъ и въ смежныхъ рядахъ.

Эти правила носятъ въ совокупности названіе **перевязки**. Правильная перевязка весьма способствуетъ устойчивости и прочности кладки стѣнъ.

1) Стѣны изъ искусственныхъ камней.

а. *Стѣны изъ обожженнаго кирпича.*

Обожженный кирпичъ представляетъ важнѣйшій и наиболѣе употребительный строительный камень. Онъ имѣетъ правильную форму параллелопипеда и дурно проводитъ теплоту, почему и стѣны изъ него отличаются сухостью, кромѣ того, значительнымъ сопротивленіемъ дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ, если кирпичи хорошо обожжены, и, при правильной перевязкѣ кладки, значительною прочностью. Обожженный кирпичъ хорошо сцѣпляется съ известковымъ и цементнымъ растворомъ, почему и штукатурка отлично пристаетъ къ поверхности кирпичныхъ стѣнъ.

Благодаря правильному виду и одинаковымъ размѣрамъ разныхъ родовъ искусственныхъ камней, какъ обожженныхъ, такъ и воздушныхъ кирпичей и др., при кладкѣ изъ нихъ становится возможнымъ соблюденіе правильной перевязки, если длина кирпича равняется двойной ширинѣ его, сложенной съ толщиною вертикальнаго шва (Табл. 11, черт. 64). Толщина кирпича независима отъ перевязки. Нормальные размѣры кирпича по „Урочному Положенію“ ($6 \times 3 \times 1^1/_2$ вершк.) не удовлетворяютъ этому условію, и поэтому эти кирпичи не допускаютъ совершенно правильной перевязки всякой системы.

Кромѣ цѣлыхъ кирпичей (Таб. 11, черт. 65a), употребляются для образованія правильной перевязки еще дробныя части кирпича, какъ-то: трехчетвертные (Таб. 11, черт. 65 b), половинчатые кирпичи (Таб. 11, черт. 65c), четверки (Таб. 11. черт. 65d) и продольныя половинки (Таб. 11, черт. 65e).

Смотря по ихъ положенію въ кладкѣ, кирпичамъ придаютъ различныя названія. Кирпичъ, расположенный длиною по лицевой сторонѣ стѣны, называется **ложкомъ** или **логомъ** (Таб. 11, черт. 66a), а кирпичъ, лежащій длиною перпендикулярно къ лицевой сторонѣ стѣны, **тычкомъ** (Таб. 11, черт. 66b). Кромѣ того, встрѣчаются въ кладкѣ еще кирпичи, поставленные на ребро (Таб. 11, черт. 66c). Рядъ кирпичной кладки, показывающій на наружной лицевой сторонѣ стѣны исключительно ложки a (Таб. 11, черт. 67), называется **ложковымъ рядомъ**, а таковой, показывающій только тычки b, **тычковымъ рядомъ** (Таб. 11, черт. 67). Для опредѣленныхъ цѣлей рядъ кладки иногда составляется изъ кирпичей c, постановленныхъ на ребро. Если кирпичи внутри стѣны кладутся подъ угломъ отъ 45° до 60° къ поверхности ея, то получается такъ-называемая **косая кладка**. Такая кладка не имѣетъ для нашихъ цѣлей никакого значенія, и вообще лучше замѣнять ее другою системою перевязки.

Правила для перевязки кирпичной кладки.

Толщина стѣнъ изъ кирпичной кладки зависитъ обыкновенно отъ длины и ширины кирпичей и опредѣляется большею частью по цѣлымъ или половиннымъ длинамъ ихъ, но встрѣчаются также стѣны толщиною въ $1^1/_4$, $1^3/_4$ и т. д. кирпича.

Слѣдующія правила дѣйствительны для всѣхъ системъ перевязки и для стѣнъ всякой толщины.

1) Вертикальные или заусеночные швы двухъ смежныхъ рядовъ не должны находиться въ одной и той же вертикальной плоскости, а должны быть расположены такимъ образомъ, чтобы вертикальные швы одного ряда, относительно вертикальныхъ швовъ смежныхъ рядовъ, были сдвинуты на четверть или половину кирпича. Перевязка перваго рода называется **перевязкою за четверть**, а второго рода — **перевязкою за половину**.

2) Вертикальные швы каждаго ряда должны проходить прямолинейно сквозь всю толщину стѣны, если это допускаютъ условія.

3) Внутри стѣны должны употребляться въ дѣло по возможности тычки, такъ-какъ они связываютъ кладку стѣны перпендикулярно къ ея продольному направленію.

4) Въ лицевой сторонѣ стѣны должны по возможности смѣняться по высотѣ тычковые и ложковые ряды.

Системы перевязки. Системы перевязки бываютъ слѣдующія.

1) **Ложковая перевязка** (Таб. 11, черт. 68 a и b). Эта перевязка примѣняется только при стѣнахъ толщиною въ полкирпича, т.-е. при стѣнкахъ дымовыхъ трубъ, перегородкахъ и при заполненіи клѣтокъ фахверковыхъ стѣнъ. Ложки одного ряда сдвинуты относительно ложковъ смежныхъ рядовъ на полкирпича.

2) **Тычковая перевязка** (Таб. 11, черт. 69 a и b).

Эта перевязка оказываетъ только тычковые ряды и можетъ быть примѣняема только при кладкѣ стѣнъ толщиною въ одинъ кирпичъ.

3) **Обыкновенная или современная перевязка.** При этой системѣ перевязки тычковые и ложковые ряды чередуются по высотѣ стѣны. Кладка стѣны толщиною въ одинъ кирпичъ образуется по чертежу 70 на таб. 11. Чертежъ 71 на таб. 11 показываетъ лицевой видъ современной перевязки. Кладка стѣнъ толщиною въ $1^{1}/_{2}$ и 2 кирпича производится по чертежамъ 72 и 73 на таб. 11. При стѣнахъ большей толщины, напр. въ $2^{1}/_{2}$, 3 кирпича и болѣе, ряды составляютъ изъ рядовъ кладки стѣнъ толщиною въ одинъ кирпичъ и $1^{1}/_{2}$ кирпича, прибавляя соотвѣтственное количество тычковъ, какъ это показываютъ чертежи 74 и 75 на таб. 11.

4) **Крестовая перевязка.** Эта перевязка отличается отъ современной только тѣмъ, что вертикальные швы каждаго ложковаго ряда приходятся на середину ложковъ смежныхъ ложковыхъ рядовъ, какъ это представлено на чертежѣ 76 на таб. 12. Такое сдвиженіе вертикальныхъ швовъ на полкирпича въ ложковыхъ рядахъ достигается вставленіемъ полкирпича въ лицевой сторонѣ стѣны вблизи угла, что яснѣе покажется при образованіи кладки стѣнъ на углахъ. Образованіе крестовой перевязки требуетъ четырехъ рядовъ (Таб. 12, черт. 77), изъ которыхъ тычковые бываютъ одинаковыми. Крестовая перевязка крѣпче всѣхъ остальныхъ системъ перевязки.

5) **Голландская перевязка** (Таб. 12, черт. 78 a и b). При этой перевязкѣ тычковые ряды образуются точно такъ, какъ при современной и крестовой перевязкѣ, между тѣмъ какъ въ ложковомъ ряду, въ лицевой сторонѣ стѣны, смѣняются ложки и тычки.

6) **Польская** или **готическая перевязка,** называемая также в е р с т о в о ю (Таб. 12, черт. 79 a и b). При этой перевязкѣ каждый рядъ состоитъ изъ смѣняющихся въ лицевой сторонѣ ложковъ и тычковъ. Тычки каждаго ряда приходятся на середину ложковъ смежныхъ рядовъ. Такъ-какъ при этой перевязкѣ число вертикальныхъ швовъ во всѣхъ рядахъ одинаково, то размѣры кирпичей по „Урочнуму Положенію" допускаютъ по крайней мѣрѣ на лицевой сторонѣ стѣны правильное производство этой перевязки, между тѣмъ какъ внутри стѣны продольные вертикальные швы смежныхъ рядовъ отчасти совпадаютъ, чѣмъ уменьшается прочность стѣны.

7) **Англійская перевязка.** Эта перевязка получается, если въ современной или крестовой перевязкѣ вмѣсто одного ложковаго ряда располагаются два или даже три непосредственно другъ за другомъ послѣдующихъ ряда. Эта перевязка въ еще высшей степени показываетъ упомянутый при готической перевязкѣ недостатокъ, почему она вовсе не примѣняется при возведеніи стѣнъ зданій.

8) **Узорчатая перевязка.** При этой перевязкѣ кирпичи располагаются по какому-нибудь рисунку. Она примѣняется только при стѣнахъ, остающихся безъ штукатурки.

Кромѣ только-что названныхъ системъ перевязки, встрѣчается иногда еще такъ-называемая к о с а я п е р е в я з к а, при которой тычки имѣютъ наклонное направленіе къ лицевой сторонѣ стѣны. Но такъ-какъ эта перевязка въ гражданской архитектурѣ вообще не примѣняется и легко замѣнима другими системами перевязки, то о ней не будемъ больше говорить.

Вообще примѣняются въ настоящее время преимущественно современная и крестовая перевязка, которыя отличаются отъ остальныхъ своею крѣпостью и простотою, вполнѣ удовлетворяя всѣмъ выше приведеннымъ условіямъ и правиламъ. При этомъ предполагается, что кирпичи имѣютъ соотвѣтственные, уже извѣстные размѣры.

Иногда оказывается желательнымъ, или даже необходимымъ, возводить стѣны толщиною въ $1^{1}/_{4}$, $1^{3}/_{4}$, $2^{1}/_{4}$ и т. д. кирпича. Тогда можно пользоваться образцами, представленными на чертежахъ 80 a—c на таб. 12. Если на лицевой сторонѣ стѣны должны быть видны только тычки, то перевязка производится по чертежамъ 80 d и e на таб. 12. Такъ-какъ при этомъ употребляется большое количество трехчетвертныхъ кирпичей, то рекомендуется особенно заказать ихъ на кирпичныхъ заводахъ, а не выдѣлывать ихъ обтескою молотомъ на мѣстѣ постройки, при чемъ много кирпичей ломается. При облицовкѣ кирпичныхъ стѣнъ кирпичами, перевязка производится по черт. 81 a—c на таб. 12.

В е р т и к а л ь н о е о г р а н и ч е н і е с т ѣ н ъ. При устройствѣ дверныхъ и оконныхъ отверстій, стѣны ограничиваются вертикальными плоскостями, при чемъ кладка, окружающая отверстія, снабжается выступами, такъ-называемыми притолоками,

или остается гладкою. Притолоки устраиваются только при окнахъ и наружныхъ дверяхъ; размѣры ихъ бываютъ различны. Притолоки этажныхъ оконъ дѣлаются обыкновенно толщиною въ полкирпича и шириною въ четверть кирпича, а соотвѣтственные размѣры притолокъ дверей и подвальныхъ оконъ бываютъ цѣлый кирпичъ и полкирпича, но встрѣчаются также другіе размѣры.

При производствѣ кладки стѣнъ на концѣ ихъ, неизбѣжно употреблять дробныя части кирпича для достиженія правильной перевязки, а именно: трехчетвертные кирпичи или продольныя половинки. Послѣднія употребляются только тогда, если онѣ доставляются заводами, но и въ этомъ случаѣ предпочитаютъ употребленіе трехчетвертныхъ кирпичей, чѣмъ получается гораздо болѣе прочная кладка. При вертикальномъ ограниченіи стѣнъ, должно соблюдать, относительно кладки, слѣдующія правила.

1) Кладутъ на концѣ ложковаго ряда столько трехчетвертныхъ кирпичей въ видѣ ложковъ, сколько половинныхъ кирпичей содержитъ въ себѣ толщина стѣны (Таб. 13, черт. 84 и 85).

2) Кладутъ на концѣ тычковаго ряда на внутренней и внѣшней лицевой сторонѣ стѣны по два трехчетвертныхъ кирпича въ видѣ тычковъ и между ними какъ можно болѣе цѣлыхъ кирпичей, также въ видѣ тычковъ, или иногда и въ видѣ ложковъ (Таб. 13, черт. 84 и 85).

Если длина стѣны на четверть кирпича больше опредѣленнаго числа половинныхъ кирпичей, то рѣшеніе задачи становится возможнымъ только обратнымъ образомъ, т.-е. располагаютъ въ ложковомъ ряду трехчетвертные кирпири какъ тычки, въ тычковомъ же ряду трехчетвертные кирпичи какъ ложки (Таб. 13, черт. 86).

При кладкѣ толщиною въ полкирпича находятся на концѣ попеременно цѣлые и половинчатые кирпичи (Таб. 12, черт. 82).

При кладкѣ толщиною въ одинъ кирпичъ трехчетвертные кирпичи въ тычковомъ ряду излишни (Таб. 12, черт. 83).

3) Крестовую перевязку получаютъ, вставляя на концѣ каждаго ложковаго ряда между трехчетвертнымъ кирпичомъ и первымъ ложкомъ половинчатый кирпичъ x (Таб. 13, черт. 84—88).

Чертежъ 87 на таб. 13 показываетъ примѣръ къ примѣненію продольныхъ половинокъ. Если проемъ окна внутрь зданія немного уширяется, то образуются ряды кладки по чертежу 88 на таб. 13. Четверка x, показанная на чертежѣ въ тычковомъ ряду пунктиромъ, дѣлаетъ кладку непрочною и лучше замѣняется особенно обдѣланнымъ кирпичомъ. При болѣе значительномъ уширеніи проема окна, кладку можно производить по чертежу 89 на таб. 13. При польской или готической перевязкѣ вертикальное ограниченіе стѣны дѣлается по чертежу 90 на таб. 13.

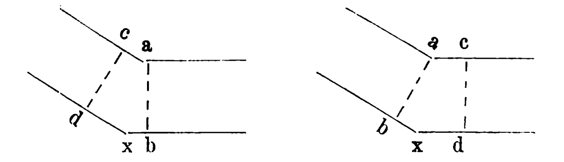
Стыки стѣнъ подъ прямымъ угломъ. При кладкѣ стѣнъ на углахъ слѣдуетъ держаться слѣдующихъ правилъ.

1) Одинъ и тотъ же рядъ представляетъ на одной сторонѣ угла тычковый, а на другой ложковый рядъ.

2) Одинъ изъ обоихъ на углу встрѣчающихся вертикальныхъ швовъ долженъ совпадать съ продолженіемъ внутренней кромки одной стѣны, между тѣмъ какъ другой шовъ сдвинутъ на четверть кирпича относительно внутренней кромки другой стѣны. Въ слѣдующемъ ряду это дѣлается обратнымъ образомъ, такъ-что обѣ стѣны хорошо сцѣпляются.

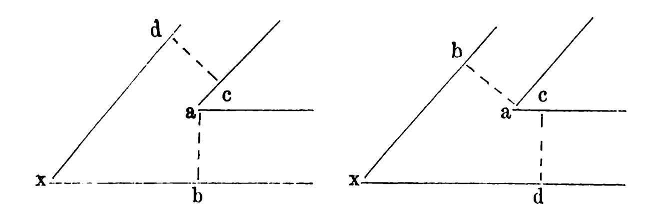
Для соблюденія послѣдняго правила необходимо употреблять въ дѣло трехчетвертные кирпичи или продольныя половинки; но такъ-какъ послѣднія обыкновенно оказываются невыгодными для прочности и крѣпости кладки и поэтому, лучше всего, вообще избѣгаются, то перевязка производится почти исключительно помощью трехчетвертныхъ кирпичей. На чертежахъ 91—93 на таб. 13 показано расположеніе кирпичей по системѣ крестовой перевязки для стыка стѣнъ равной и различной толщины подъ прямымъ угломъ. На чертежѣ 94 на таб. 13 представленъ примѣръ для составленія рядовъ при помощи продольныхъ половинокъ. Чертежъ 95 на таб. 13 показываетъ примѣръ по системѣ голландской перевязки.

Стыки стѣнъ подъ тупымъ угломъ. Перевязка производится въ такомъ случаѣ слѣдующимъ образомъ: опускаютъ изъ вершины a внутренняго угла (см. приложенную схему) перпендикуляръ ab на одну лицевую линію и ведутъ отъ него рядъ какъ ложковый рядъ; потомъ опускаютъ на разстояніи четверти кирпича изъ точки c перпендикуляръ cd и ведутъ рядъ отъ него какъ тычковый рядъ. Въ оставшемся неправильномъ пятиугольникѣ abxdc располагаютъ кирпичи такъ, чтобы ложки ложковаго ряда проходили отъ ab до лицевой стороны другой стѣны, и ведутъ перевязку



этой стѣны до ложковъ и перпендикуляра аb. Для большей прочности кладки слѣдуетъ избѣгать остроугольныхъ кусковъ кирпичей въ лицевой поверхности стѣны, какъ это показываютъ примѣры на чертежахъ 96 и 97 на таб. 14. Если расположеніе швовъ на лицевой сторонѣ стѣны должно быть одинаковымъ съ расположеніемъ швовъ при стыкахъ стѣнъ подъ прямымъ угломь, то перевязка производится по чертежу 98 на таб. 14.

Стыки стѣнъ подъ острымъ угломъ. При опредѣленіи перевязки для этого частнаго случая поступаютъ точно такъ, какъ описано было выше (см. приложенную схему). Кирпичи въ оставшемся неправильномъ пятиугольникѣ а b x d c также



располагаютъ такъ, чтобы ложки проходили отъ аb до лицевой стороны другой стѣны, и до нихъ ведутъ перевязку этой стѣны. По этому правилу образована была перевязка на чертежахъ 99 и 100 на таб. 14. Если расположеніе швовъ на лицевой сторонѣ стѣны должно быть точно такъ же, какъ при стыкахъ стѣнъ подъ прямымъ угломъ, то перевязка дѣлается по чертежу 100 а на таб. 14.

Если уголъ очень малъ, то онъ часто притупляется вертикальною плоскостью, перпендикулярною къ биссектрисѣ угла. Притупленіе производится на такомъ разстояніи отъ вершины внутренняго угла стѣнъ, чтобы толщина кладки въ этомъ мѣстѣ осталась одинаковою съ толщиною стѣнъ (Таб. 14, черт. 101 а и b).

Если на одномъ углу встрѣчаются три стѣны, то третья стѣна сцѣпляется съ обѣими главными стѣнами посредствомъ тычковаго ряда, который проводится по возможности до внутреннихъ ложковъ послѣднихъ (Таб. 14, черт. 102 и 103), между тѣмъ какъ послѣдующій за нимъ ложковый рядъ третьей стѣны примыкаетъ къ главнымъ стѣнамъ.

Примыканіе стѣнъ подъ прямымъ угломъ. Въ этомъ случаѣ перевязка производится такимъ образомъ, что каждый ложковый рядъ одной стѣны безпрерывно проходитъ, между тѣмъ какъ тычковый рядъ другой стѣны примыкаетъ къ нему. Для сдвиженія швовъ, ложковые ряды и здѣсь начинаются трехчетвертными кирпичами, которые при стѣнахъ толщиною въ $1^1/_2$ кирпича располагаются въ лицевой поверхности стѣны (Таб. 14, черт. 104), а при стѣнахъ большей толщины на мѣсто внутреннихъ тычковъ (Таб. 14, черт. 105).

Примыканіе стѣнъ подъ острымъ угломъ. При такомъ положеніи стѣнъ въ первомъ ряду стѣна А (Таб. 15, черт. 106) ведется какъ тычковый рядъ до переднихъ ложковъ стѣны В, между тѣмъ какъ во второмъ ряду стѣна В безпрерывно проходитъ въ видѣ тычковаго ряда и стѣна А примыкаетъ къ ней въ видѣ ложковаго ряда. Вертикальные швы опредѣляются точно такъ, какъ при стыкѣ стѣнъ подъ косымъ угломъ по выше приложенной схемѣ.

Пересѣченіе стѣнъ подъ прямымъ угломъ (Таб. 15, черт. 107). При образованіи перевязки приходится держаться слѣдующихъ правилъ:

1) Въ первомъ ряду одна стѣна А безпрерывно проходитъ какъ ложковый рядъ, а другая стѣна В примыкаетъ къ ней по обѣимъ сторонамъ въ видѣ тычковаго ряда, между тѣмъ какъ во второмъ ряду стѣна В проходитъ какъ ложковый рядъ, а стѣна А примыкаетъ къ ней по обѣимъ сторонамъ въ видѣ тычковаго ряда.

2) Вертикальные швы проходящихъ ложковыхъ рядовъ должны быть сдвинуты на четверть кирпича относительно кромокъ примыкающихъ къ нимъ тычковыхъ рядовъ.

Пересѣченіе стѣнъ подъ косымъ угломъ (Таб. 15, черт. 108). Положеніе кирпичей находятъ, опуская изъ вершины одного изъ обоихъ острыхъ угловъ перпендикуляръ а b и изъ точки с, лежащей на разстояніи четверти кирпича отъ точки а, перпендикуляръ с d по выше приложенной схемѣ. Въ этомъ случаѣ проходящій рядъ представляетъ тычковый рядъ.

Если стѣны при пересѣченіи измѣняютъ свою толщину, то одновременно получается примыканіе стѣнъ, относительно котораго поступаютъ по выше приведеннымъ правиламъ (Таб. 15, черт. 109).

Вертикальные выступы стѣнъ. Рас-

положеніе выступовъ можетъ быть весьма разнообразнымъ. Они представляютъ вертикальное ограниченіе стѣнъ, которое образуется по выше даннымъ правиламъ при помощи трехчетвертныхъ кирпичей. Перевязка самихъ выступовъ должна производиться согласно съ перевязкою стѣнъ, въ связи съ которыми они производятся.

При перевязкѣ приходится соблюдать слѣдующія правила.

1) Въ первомъ ряду кромки выступовъ проходятъ сквозь всю толщину стѣны въ видѣ вертикальныхъ швовъ.

2) Въ слѣдующемъ ряду вертикальные швы стѣны сдвинуты относительно кромокъ выступовъ на четверть кирпича.

Различаютъ два случая.

Въ первомъ случаѣ кромки выступа совпадаютъ съ вертикальными швами тычковаго ряда (Таб. 15, черт. 110—113), а во второмъ съ вертикальными швами ложковаго ряда стѣны (Таб. 15, черт. 114—117).

Столбы. Столбы квадратнаго сѣченія показываютъ во всѣхъ рядахъ одинаковую перевязку, при чемъ каждый рядъ долженъ быть повернутъ относительно смежныхъ рядовъ на уголъ въ 90° (Таб. 15, черт. 118—121) Перевязку столбовъ прямоугольнаго сѣченія показываютъ чертежи 122 до 126 на таб. 15. Перевязка крестовыхъ столбовъ образуется по чертежамъ 127 a—c, 128 a и b на таб. 15 и 129 a—c на таб. 16. Чертежъ 130 на таб. 16 показываетъ примѣръ къ перевязкѣ столба многоугольнаго сѣченія и чертежи 131 a и b на таб. 16 примѣръ къ перевязкѣ столба круглаго сѣченія.

Пустотѣлыя стѣны. Пустотѣлыя стѣны устраиваются для лучшей защиты внутренности зданія отъ вліянія перемѣнъ наружной температуры, такъ-какъ заключенная кладкою воздушная прослойка хуже проводитъ теплоту, чѣмъ сплошная кладка. Для этой цѣли воздушная прослойка не должна имѣть никакого сообщенія съ наружнымъ воздухомъ, почему и всѣ отверстія пустоты задѣлываются. Толщина воздушной прослойки дѣлается обыкновенно въ четверть кирпича. Углы и столбы устраиваются въ такихъ стѣнахъ изъ сплошной кладки. Воздушная прослойка раздѣляетъ стѣну на двѣ части, связанныя черезъ каждые два, три кирпича тычками. Такіе тычки каждаго ряда должны быть сдвинуты относительно тычковъ смежныхъ рядовъ приблизительно на половину разстоянія тычковъ другъ отъ друга въ одномъ и томъ же ряду. При стѣнѣ въ 1¼ кирпича становится надобнымъ, располагать четверки на внутренней поверхности ея (Таб. 16, черт. 132). При стѣнахъ большей толщины четверки кладутъ внутри стѣны, или употребляютъ на мѣсто ихъ, по крайней мѣрѣ въ одномъ ряду, трехчетвертные кирпичи (Таб. 16, черт. 133 и 134 a и b). При стѣнахъ толщиною въ 1¾ кирпича устраивается наружная часть стѣны толщиною въ одинъ кирпичъ, а внутренняя въ полкирпича. При болѣе толстыхъ стѣнахъ располагается воздушная прослойка на разстояніи въ полкирпича или въ цѣлый кирпичъ отъ внутренней поверхности ихъ. Если двуслойная стѣна должна служить опорою для балокъ, то три верхнихъ ряда дѣлаются сплошными.

Двуслойныя стѣны иногда замѣняются стѣнами изъ пустотѣлыхъ кирпичей, чѣмъ также достигаютъ желаемой цѣли.

Пустотѣлыхъ кирпичей имѣется много сортовъ, отъ формы которыхъ зависитъ перевязка.

Кладка дымовыхъ трубъ. Дымовыя трубы могутъ быть свободно стоящія или помѣщенныя внутри стѣнъ. Въ обоихъ случаяхъ стѣнки дымовыхъ трубъ, относительно разгородки между двумя дымовыми трубами, должны составлять не менѣе полкирпича. Дымовыя трубы имѣютъ обыкновенно квадратное, прямоугольное или круглое поперечное сѣченіе, а иногда встрѣчается при свободно стоящихъ фабричныхъ дымовыхъ трубахъ также восьмиугольное сѣченіе.

Перевязка кладки вокругъ дымовыхъ трубъ находящихся внутри стѣны, обыкновенно образуется такъ, чтобы въ томъ ряду, который представляетъ одновременно ложковый рядъ кладки стѣны, швы проходили по возможности по направленію ложковъ, а въ слѣдующемъ ряду перпендикулярно къ этому направленію (Таб. 16, черт. 135 до 139). Часто встрѣчается, что размѣры дымовыхъ трубъ не допускаютъ ихъ помѣщенія въ стѣнахъ безъ выступовъ въ послѣднихъ; въ такомъ случаѣ перевязка дѣлается по выше приведенному правилу относительно выступовъ (Таб. 16, черт. 140—142). Если дымовыя трубы находятся въ точкѣ пересѣченія двухъ стѣнъ, то можно избѣгать выступовъ, располагая стѣны по чертежу 143 на таб. 16.

Перевязка свободно стоящихъ дымовыхъ трубъ образуется по чертежамъ 144—148 на таб. 17.

Для кладки дымовыхъ трубъ круглаго сѣченія употребляются кирпичи особенной формы, какъ это показываютъ чертежи 149 и 150 на таб. 17.

Кладка восьмиугольной и круглой дымовой трубы представлена на чертежахъ 151 a и b и 152 a и b на таб. 17.

Скошенныя стѣны. Такъ называются стѣны, ограниченныя сверху наклонною плоскостью. Кромки кирпичей и швы должны быть всегда перпендикулярны къ скошенной поверхности стѣны. При небольшомъ откосѣ можно отклониться отъ этого правила, обтесывая кирпичи по откосу стѣны, между тѣмъ какъ постельные швы остаются горизонтальными; но при сильно скошенныхъ стѣнахъ кирпичи располагаются на ребро и перпендикулярно къ откосу стѣны. Ряды, составленные такимъ образомъ, соединяются съ горизонтальною кладкою группами по два (Таб. 17, черт. 153) или болѣе кирпичей (Таб. 17, черт. 154).

Производство кладки стѣнъ изъ обожженнаго кирпича. Каждый кирпичъ въ кладкѣ долженъ быть вполнѣ окруженъ растворомъ, чтобы внутри стѣны не осталось пустотъ и кирпичи могли соединяться между собою во всѣхъ мѣстахъ.

Для этой цѣли надо, прежде очистить кирпичи отъ пыли, такъ-какъ иначе растворъ не можетъ проникать въ поры ихъ; кромѣ того, непремѣнно слѣдуетъ смачивать ихъ, лучше всего погружая ихъ въ воду, что способствуетъ болѣе медленному и совершенному твердѣнію раствора. Въ сухомъ состояніи кирпичи съ жадностью всасываютъ въ себя воду изъ окружающаго слоя раствора, вслѣдствіе чего послѣдній, хотя и скорѣе твердѣетъ, но затѣмъ и легко можетъ обращаться въ порошокъ.

Густота раствора зависитъ большею частью отъ погоды: при сухой погодѣ онъ употребляется въ болѣе жидкомъ состояніи, чѣмъ при дождливой, чтобы препятствовать слишкомъ быстрому и вредному высыханію.

При производствѣ кладки предварительно укладываютъ лицевые или облицовочные кирпичи безъ раствора на сухо. Опредѣливъ такимъ образомъ мѣсто каждаго кирпича и, вмѣстѣ съ тѣмъ, систему перевязки, кирпичи опять снимаютъ; затѣмъ набрасываютъ лопаткою растворъ и сажаютъ въ него кирпичи, нажимая ихъ руками и молотомъ. Кирпичу должно давать непосредственно правильное положеніе, чтобы онъ не сдвигался слишкомъ много.

При болѣе толстыхъ стѣнахъ располагаютъ такимъ же образомъ еще поперечные ряды кирпичей, такъ-называемые маяки, которые образуютъ съ лицевыми кирпичами ящики; въ послѣдніе набрасываютъ растворъ и сажаютъ въ него кирпичи, при чемъ могутъ идти въ кладку иногда также ломанные кирпичи. Этотъ способъ производства кирпичной кладки называется: сажать кирпичи въ сокъ. По окончаніи кладки одного ряда, онъ поливается жидкимъ растворомъ, чтобы вертикальные швы совершенно заполнились имъ. Точно также производится кладка слѣдующихъ рядовъ.

Горизонтальность и прямолинейность рядовъ кирпичной кладки опредѣляются натянутыми причалками, прикрѣпляемыми на равной высотѣ въ концахъ стѣнъ, обыкновенно на углахъ ихъ, гдѣ прежде возведено было нѣсколько рядовъ кладки, служащихъ для удобнаго опредѣленія положенія причалковъ.

Горизонтальность постельныхъ швовъ повѣряютъ въ важныхъ мѣстахъ при помощи ватерпаса (Таб. 17, черт. 155), а отвѣсное положеніе лицевой поверхности стѣны посредствомъ рейки совершенно квадраднаго сѣченія, называемой правиломъ, и доски съ отвѣсомъ (Таб. 17, черт. 156).

Кладка стѣнъ начинается съ угловъ. Если работа прекращается, то кладку слѣдуетъ оставлять въ видѣ лѣстницы; а если приходится приставлять новую кладку къ старой, то непремѣнно должно избѣгать сцѣпленія старой стѣны съ новою, такъ какъ новая кладка осядетъ, между тѣмъ какъ положеніе старой уже болѣе не измѣняется. Вслѣдствіе этого, въ мѣстѣ соединенія обѣихъ стѣнъ могутъ происходить трещины. Принимаютъ, что кладка стѣнъ осядетъ на $1/150$—$1/200$ ихъ высоты смотря по толщины постельныхъ швовъ. Послѣдніе дѣлаются обыкновенно толщиною въ $1/2''$, между тѣмъ какъ вертикальнымъ швамъ даютъ толщину въ $3/8''$—$1/2''$.

Самыя удобныя времена года для производства кладки-весна, лѣто и осень, но въ настоящее время возводятъ зданія даже зимою, при чемъ растворъ приготовляется при помощи нагрѣтой воды.

б. *Стѣны изъ необожженнаго глинянаго и земляного кирпича.*

Постройки изъ воздушныхъ глиняныхъ и земляныхъ кирпичей, по ихъ дешевизнѣ и безопасности отъ пожара, играютъ, преимущественно въ сельскохозяйственномъ строительномъ дѣлѣ, значительную роль; онѣ сухи и теплы и поэтому могутъ служить для помѣщенія людей и животныхъ. Приходится предпочитать строенія изъ саманнаго кирпича и лемпача, между тѣмъ какъ строенія изъ обыкновеннаго сырца оказываются менѣе прочными.

Относительно изготовленія, матеріала и размѣровъ воздушныхъ кирпичей указываемъ на главу о строительныхъ матеріалахъ.

Замѣтимъ, что длина воздушныхъ кирпичей обыкновенно бываетъ вдое больше ширины ихъ и что вслѣдствіе этого относительно перевязки при кладкѣ являются тѣ же неудобства, показанныя въ предыдущемъ при равномъ отношеніи длины къ ширинѣ кирпича.

Кладка изъ воздушнаго кирпича производится лучше всего посредствомъ жидкаго раствора изъ такой же массы, изъ какой изготовленъ самъ кирпичъ. Чистая глина для этой цѣли никогда не употребляется, но всегда примѣшиваютъ къ ней рубленнную солому, конопляную или льняную кострику.

Стѣны изъ глинистыхъ матеріаловъ показываютъ тотъ недостатокъ, что онѣ, вслѣдстіе дѣйствія сырости, болѣе или менѣе легко размягчаются. Поэтому устраиваютъ ихъ преимущественно въ сухихъ мѣстахъ и предохраняютъ ихъ особенно отъ разрушительнаго дѣйствія падающихъ дождей. Это лучше всего дѣлаютъ при одноэтажныхъ зданіяхъ, придавая крышѣ значительно выступающій свѣсъ; кромѣ того, оказывается цѣлесообразною обмазка изъ глины, смѣшанной съ рубленною соломою и сѣнною трухою. Такая обмазка задерживаетъ дождь отъ проиканія въ самую стѣну и можетъ, смотря по надобности, возобновляться. Та же цѣль достигается и штукатуркою, которая производится различно.

1) Стѣны прежде всего обмазываютъ глиною, предварительно смачивая ихъ поверхность водою, чтобы глина лучше приставала къ ней. Въ такомъ состояніи оставляютъ стѣны приблизительно три недѣли, пока онѣ не осядутъ, и затѣмъ производится собственная штукатурка двумя слоями. Для перваго слоя можно употреблять смѣсь изъ 2 куб. футовъ глины, 2 куб. футовъ песку, одного кубическаго фута овечьяго навоза и одного фунта конской битой шерсти. Передъ набрасываніемъ этой массы на стѣну, поверхность ея опять смачивается навозною водою. По просушкѣ перваго слоя слѣдуетъ второй слой, состоящій изъ смѣси одного кубическаго фута глины, 2 куб. ф. песку, $1/4$ фунта конской битой шерсти и $1/5$ всѣхъ остальныхъ частей, по вѣсу, гашеной извести.

2) Во многихъ случаяхъ штукатурка состоитъ изъ обыкновеннаго известковаго раствора; но послѣдній дурно пристаетъ къ глинянымъ стѣнамъ, и поэтому безпрестанно необходимы поправки. Для избѣжанія этого неудобства рекомендуется слѣдующій способъ оштукатуриванія. Стѣны выводятся съ открытыми щвами и, по совершенной просушкѣ, очищаются и сильно смачиваются водою; затѣмъ набрасываютъ на нихъ известковый растворъ. Чтобы послѣдній лучше приставалъ къ стѣнамъ, вбиваютъ въ швы кладки маленькіе кусочки черепицы и примѣшиваютъ къ штукатурному раствору кирпичной муки приблизительно $1/8$ его массы.

3) Другой способъ, придать глинянымъ стѣнамъ прочную штукатурку изъ известковаго раствора, состоитъ въ слѣдующемъ. Стѣны, какъ выше, по просушкѣ очищаются, и на нихъ набрасывается слой штукатурки толщиною въ 1″, состоящій изъ глины, смѣшанной съ рубленною смолою не слишкомъ малой длины. Этотъ слой выравниваютъ, но не сглаживаютъ терками, и вдавливаютъ въ него, пока онъ еще сыръ, на разстояніи въ 2″ другъ отъ друга, кусочки пористаго кирпича, площадью въ 2 квадратныхъ дюйма. По просушкѣ набрасываютъ на стѣны слой штукатурнаго раствора толщиною въ $1/2$—$3/4$″, состоящаго изъ смѣси равныхъ частей чистаго гравія, свѣже обожженаго гипса и гашеной извести. Эта штукатурка не выравнивается и не сглаживается, такъ-какъ она этимъ теряетъ свою прочность.

Земляныя стѣны иногда предохраняютъ отъ дѣйствія дождевой воды, окрашивая ихъ поверхность кипачимъ дегтемъ.

Наилучшее предохранительное средство представляла бы облицовка глиняныхъ стѣнъ обожженными кирпичами, если бы, вслѣдствіе неравномѣрности осадки и различія между размѣрами обожженнаго и необожженнаго кирпича, при кладкѣ ихъ въ перевязкѣ, не происходили неодолимыя затрудненія и облицовка безъ перевязки съ воздушными кир-

ничами, по неравномѣрной осадкѣ обоихъ сортовъ кирпичей, не причинила разъединеніе кладки.

Въ нѣкоторыхъ восточныхъ губерніяхъ Россіи облицовываютъ стѣны изъ воздушнаго кирпича досками.

Внутреннія стѣны изъ воздушнаго кирпича гладко оштукатуриваютъ глинянымъ растворомъ съ примѣсью льняной кострики или подобныхъ веществъ, при чемъ первый наметъ покрывается вторымъ слоемъ глинянаго раствора, приготовленнаго изъ глины и остроугольнаго песку; послѣдній слой сглаживается терками.

Все только-что сказанное относительно кладки стѣнъ изъ воздушнаго глинянаго кирпича относится также къ кладкѣ стѣнъ изъ земляного кирпича, качества и изготовленіе которыхъ извѣстны изъ прежней главы.

Стѣны изъ необожженныхъ кирпичей, приготовленныхъ изъ землистыхъ и глинистыхъ веществъ, основываются лучше всего на фундаментахъ изъ естественнаго камня или обожженнаго кирпича. Цоколь дѣлается изъ тѣхъ же матеріаловъ высотою въ 3′—4′, и три первыхъ ряда кладки стѣны надъ цоколемъ производятся изъ желѣзняковъ на известковомъ растворѣ, чтобы предохранять стѣны отъ брызговъ дождевой воды и отъ подымающейся сырости грунта.

Стѣны изъ тщательно изготовленнаго и хорошо просушеннаго воздушнаго кирпича можно дѣлать одинаковой толщины со стѣнами изъ обожженнаго кирпича. При употребительныхъ въ Россіи размѣрахъ въ 8×4×4 верш. придаютъ стѣнамъ толщину отъ 1 до 1½ кирпича.

в. *Стѣны изъ известково-песчанаго кирпича.**)

При кладкѣ стѣнъ изъ известково-песчанаго кирпича надо имѣть въ виду, что этотъ кирпичъ, хотя и крѣпокъ, однако гораздо хрупче обожженнаго кирпича, и поэтому непремѣнно слѣдуетъ совершенно избѣгать осаживанія кирпича въ растворъ посредствомъ ударовъ молоткомъ, вслѣдствіе чего кирпичъ легко можетъ растрескаться. Ивестково-песчаные кирпичи передъ употребленіемъ въ дѣло не смачиваются, такъ-какъ это не приноситъ никакой пользы и только дѣлаетъ кладку сырою. Постельные швы дѣлаются какъ можно тоньше, приблизительно въ ⅛″, почему и растворъ не долженъ содержать въ себѣ камешки большихъ размѣровъ. Для этой цѣли песокъ для раствора пробрасывается сквозь мелкое сито.

Хотя и можно обтесывать молотомъ хорошо изготовленные известково-песчаные кирпичи, то, не смотря на это, рекомендуется употреблять для кладки сводовъ и арокъ клинчатые обожженные кирпичи или обыкиовенные известково-песчаные кирпичи съ клинообразными швами. Впрочемъ, кладка изъ известково-песчанаго кирпича производится точно такъ же, какъ и кладка изъ обожженнаго кирпича.

*) Въ настоящее время известково-песчаные кирпичи изготовляются на особо устроенныхъ заводахъ различными способами; качества ихъ все болѣе и болѣе улучшаются.

2) Стѣны изъ естественныхъ камней.

а. *Стѣны изъ булыжнаго камня.*

По совершенно неправильной и кругловатой формѣ булыжныхъ камней, у которыхъ не имѣется постелей, невозможно соблюдать правильную перевязку. Поэтому кладка стѣнъ изъ нихъ обладаетъ только незначительною прочностью и употребляется большею частью только для фундаментовъ построекъ средняго вѣса. Не смотря на это, часто приходится, за неимѣніемъ лучшаго матеріала, употреблять булыжники также для возведенія стѣнъ надъ землею, особенно для сельскихъ строеній. Чѣмъ больше камни, тѣмъ прочнѣе будетъ кладка. Булыжники слишкомъ большихъ размѣровъ раскладываются или взрываются на отдѣльные куски, поверхность излома которыхъ образуетъ постели камня. Иногда обрабатываются начерно большіе булыжники, чтобы получать постели. При производствѣ кладки располагаютъ большіе расколотые камни съ постелями наружу, а меньшіе кругляки внутри стѣны. Являющіеся при этомъ пустоты и промежутки тщательно защебениваются кусочками камня или, еще лучше, хорошо обожженнаго кирпича. Булыжники большихъ размѣровъ располагаютъ какъ сквозные тычки a (Таб. 17, черт. 157) по возможности сквозь цѣлую толщину стѣны, какъ угловые камни b и дальше въ концахъ стѣнъ. При стѣнахъ большей высоты, верхняя горизонтальная поверхность кладки черезъ каждые 2′ или 3′ тщательно выравнивается подъ ватерпасъ, при чемъ выдающіяся части камней отрубаются и пустоты защебениваются. Этимъ способствуютъ устойчивости стѣнъ. Еще лучшимъ оказывается выравниваніе помощью 2—3 рядовъ кир-

пичной кладки, такъ-какъ таковые доставляютъ надъ ними лежащей булыжной кладкѣ совершенно горизонтальную постель (Таб. 17, черт. 158). Стѣну ведутъ выше не прежде, чѣмъ затвердѣли ряды кирпичной кладки, т.-е. черезъ нѣсколько дней. Это обстоятельство очень неудобно.

Для выкладыванія угловъ и обдѣлыванія оконныхъ и дверныхъ отверстій выбираютъ камни по возможности правильной формы. Если таковыхъ нѣтъ, то обрабатываютъ угловые камни, откалывая неровности верхней и нижней граней, и иногда также заусенокъ, или углы и обдѣлка оконныхъ и дверныхъ отверстій устраиваются изъ кирпичной кладки (Таб. 17, черт. 158 и 159). Полученнымъ такимъ образомъ кирпичнымъ столбамъ придаютъ ширину, равную толщинѣ стѣны, но иногда и меньшіе размѣры. Если такой кирпичной обдѣлки нѣтъ, то рекомендуется вставлять въ оконныя и дверныя отверстія деревянныя коробки, для прикрѣпленія къ нимъ оконныхъ переплетовъ и дверныхъ полотнищъ. Но такія коробки легко могутъ препятствовать равномѣрной осадкѣ стѣнъ.

Иногда располагаютъ при длинныхъ стѣнахъ изъ булыжнаго камня еще промежуточные столбы изъ кирпича, а именно обыкновенно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ упираются въ стѣну стропильныя фермы, т.-е. на разстояніи другъ отъ друга приблизительно въ 15′. Соединеніе кирпичныхъ столбовъ съ булыжною кладкою производится зубцами (Таб. 18, черт. 160), или булыжная кладка вдается въ кладку столбовъ.

Стѣны жилыхъ зданій и хлѣвовъ изъ булыжнаго камня на внутренней своей поверхности почти всегде облицовываются стѣнкою изъ кирпичной кладки толщиною въ полкирпича (Таб. 18, черт. 161), такъ-какъ стѣны, устроенныя исключительно изъ булыжной кладки, хорошо проводятъ теплоту и, вслѣдствіе этого, бываютъ сырыми и холодными, потому-что на внутренней ихъ поверхности сгущается водяной паръ воздуха. Кладка облицовки производится по системѣ ложковой перевязки, причемъ располагаютъ въ каждомъ ряду, на разстояніи отъ 2 до 3 кирпичей, тычки для сцѣпленія кирпичной облицовки съ булыжною кладкою. Иногда оставляется между кирпичною облицовкою и булыжною кладкою воздушная прослойка толщиною въ четверть кирпича, которая служитъ для лучшаго сохраненія теплоты въ строеніи.

Для булыжной кладки употребляется густой известковый растворъ по возможности тонкими слоями. Для заполненія пустотъ и промежутковъ между камнями должно вдавливать въ растворъ, какъ можно болѣе, маленькіе каменные осколки и кирпичный щебень.

б. *Стѣны изъ бутоваго камня.*

Бутовыми камнями или плитами называются добытые изъ камнеломенъ куски неправильнаго вида. Качество бутовыхъ камней зависитъ отъ качествъ горной породы, къ которой они принадлежатъ. Всѣ бутовые камни обладаютъ, не смотря на ихъ неправильный видъ, всегда естественною постелью, соотвѣтствующею залеганію камня въ горахъ. Поэтому и возможно соблюдать при бутовой кладкѣ лучшую перевязку, чѣмъ при булыжной, а стѣны, возведенныя изъ нея, оказываются прочнѣе. Верхняя и нижняя грани бутового камня, которыя подвергаются вертикальному давленію, называются постелями; наружная видимая грань, а при угловомъ камнѣ обѣ наружныя грани — лицевыми, остальныя же грани — заусенками.

На обыкновенную бутовую кладку камень или плита идетъ безъ предварительной обтески; срубаютъ иногда только болѣе выдающіяся части. Кладку производятъ по возможности горизонтальными рядами, при чемъ должно выбирать для каждаго ряда камни приблизительно равной высоты и заботиться о томъ, чтобы швы одного ряда были нѣсколько сдвинуты относительно швовъ смежныхъ рядовъ.

Вообще приходится при производствѣ бутовой кладки держаться тѣхъ же самыхъ правилъ, какъ и при возведеніи стѣнъ изъ булыжной кладки.

в. *Стѣны изъ тесаннаго камня.*

Стѣны, цѣликомъ устроенныя изъ тесаннаго камня, встрѣчаются очень рѣдко и почти исключительно только при монументальныхъ зданіяхъ. Обыкновенно употребляютъ тесанный камень для облицовки наружной поверхности стѣнъ изъ бутовой или кирпичной кладки или, еще чаще, для облицовки цоколей и угловъ и для устройства карнизовъ зданій.

При кладкѣ стѣнъ изъ тесаннаго камня слѣдуетъ по возможности соблюдать общія правила для правильной перевязки. На чертежахъ 162 и 162 а на таб. 18 показнно расположеніе камней при облицовкѣ кирпичной стѣны. Сцѣпленіе облицо-

вочной кладки съ кирпичною производится при помощи тычковъ, расположенныхъ въ предлагаемомъ примѣрѣ въ каждомъ ряру черезъ каждые два ложка. Камни одного и того же ряда имѣютъ одинаковую высоту, между тѣмъ какъ высота отдѣльныхъ рядовъ обыкновенно принимается различною, такъ-что низкіе и высокіе ряды чередуются или, какъ въ показанномъ примѣрѣ, низкіе ряды повторяются черезъ каждые два высокихъ ряда. Часто камни одного и того же ряда имѣютъ неодинаковую длину.

Растворъ, употребляемый для кладки изъ тесаннаго камня, служитъ только для выравниванія неровностей постелей и для заполненія швовъ. Соединеніе отдѣльныхъ камней въ одномъ и томъ же ряду между собою производится при помощи шпонокъ (Таб. 18, черт. 162c) или скобъ (Таб. 18, черт. 162d) изъ желѣза или лучше изъ бронзы, или камни соединяются шпунтомъ разнаго вида (Таб. 18, черт. 162e). Соединеніе облицовочныхъ камней съ кирпичною кладкою производится при помощи якорей съ загнутыми концами (Таб. 18, черт. 162b и f) или тычками a (Таб. 18, черт. 162e), которые соединяются съ ложками въ видѣ сковородня.

Отдѣльные ряды облицовочной кладки соединяются между собою пиронами съ заершенной поверхностью изъ желѣза или бронзы (Таб. 18, черт. 162g).

На чертежѣ 162h на таб. 18 представлена облицовка цоколя зданія тесаннымъ камнемъ.

Такъ-какъ подробное описаніе производства кладки изъ тесаннаго камня выходитъ изъ предѣловъ предлагаемаго руководства, то объ этомъ не будемъ больше говорить.

B. Набивныя стѣны изъ безформенной массы.

a. Общія замѣчанія. Набивными стѣнами называются такія стѣны, устраиваемыя изъ безформенной и вязкой массы разнаго рода, которая плотно утрамбовывается въ формахъ или ящикахъ, или, безъ послѣднихъ, укладывается по причалкамъ въ мѣстѣ постройки, утрамбовывается и затѣмъ обравнивается по отвѣсной доскѣ.

Матеріалы, употребляемые для возведенія набивныхъ стѣнъ, бываютъ тѣ же самые, изъ которыхъ изготовляются и воздушные, глиняные, земляные, известково-песчаные и бетонные кирпичи. Нужное относительно этихъ матеріаловъ большею частью уже сказано было въ относящейся сюда части главы о строительныхъ матеріалахъ, на которую указываемъ.

Набивныя стѣны заслуживаютъ по своей дешевизнѣ, легкости производства и другихъ достоинствамъ особеннаго уваженія всѣхъ строителей, и кажется, что онѣ предназначены, играть важную роль особенно въ сельскохозяйственномъ строительномъ дѣлѣ, даже въ тѣхъ странахъ, гдѣ имѣются въ распоряженіи и другіе строительные матеріалы.

b. Ящики или формы для возведенія набивныхъ стѣнъ. Ящики или формы, примѣняемые для возведенія набивныхъ стѣнъ изъ различныхъ матеріаловъ, такъ мало различаются другъ отъ друга, что можно давать объясненіе устройства ихъ раньше подробнаго описанія возведенія отдѣльныхъ родовъ набивныхъ стѣнъ.

Ящики образуются двумя стѣнками, устроенными изъ лишь со внутренней стороны гладко остроганныхъ досокъ, которыя должны быть, по возможности, безъ сучьевъ. Для известково-песчанобитныхъ стѣнъ стѣнки ящика дѣлаются въ 2′ высотою и устраиваются, лучше всего, изъ двухъ досокъ шириною въ 1′ и толщиною въ 1″ — 1½″. Для глинобнтныхъ стѣнъ стѣнки ящика состоятъ часто только изъ одной доски шириною въ 1′ и толщиною въ 2″. Ящики такой высоты, заполненные сырою и плотно утрамбованною глиною, даютъ слой стѣны высотою приблизительно въ 8″. При такой высотѣ только-что отдѣланный слой обладаетъ уже достаточнымъ сопротивленіемъ, чтобы сохранять свою форму безъ ящика. Доски b (Таб. 19, черт. 163 и 164) стѣнокъ сплачиваются въ шпунтъ и стягиваются, на разстояніи 2½′ до 3′ другъ отъ друга, вставными шпонками a, толщиною въ 1″ до 1½″ и шириною въ 4″ до 5″, прибитыми къ доскамъ гвоздями. Стѣнки удерживаются въ опредѣленномъ взаимномъ разстояніи, соотвѣтствующемъ толщинѣ стѣнъ, распорками c изъ брусковъ, съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 2″×2″, и клиньями d. При примѣненіи распорокъ по чертежу 163 на таб. 19, для удерживанія стѣнокъ ящика въ опредѣленномъ взаимномъ разстояніи слѣдуетъ накладывать на распорку еще особенный брусокъ x, который увеличиваетъ дыру, остающуюся въ стѣнѣ послѣ снятія ящика. Гораздо удобнѣе оказывается примѣненіе распорокъ по чертежу 165 на таб. 19, которыя имѣютъ въ средней части утолщеніе, удерживающее стѣнки ящика въ неизмѣнномъ

взаимномъ разстоянiи и дозволяющее снятiе ихъ безъ одновременнаго выколачиванiя распорокъ, которыя могутъ оставаться въ стѣнѣ до тѣхъ поръ, пока она нѣсколько не затвердѣла. При распоркахъ перваго вида это будетъ невозможно, и нужно выколачивать ихъ изъ свѣжеутрамбованной стѣны, при чемъ послѣдняя легко можетъ ими повреждаться. Верхнiя распорки иногда замѣняются болтами, поперечникомъ въ $1/2''$ до $3/4''$, съ гайками.

Для выведенiя угловъ примѣняются обыкновенно особенные угловые ящики, которые устраиваются по чертежамъ 166 и 167 на таб. 19. Соединенiе досокъ стѣнокъ на углахъ производится на шипахъ. Соединенiе углового ящика съ продольными ящиками производится посредствомъ четырехъ пробоевъ и крючковъ.

При такомъ угловомъ ящикѣ бываетъ почти невозможно аккуратно выводить внутреннiе углы, такъ-какъ въ этомъ мѣстѣ стѣнки ящиковъ просто примыкаютъ другъ къ другу, безъ всякой другой связи. Этого недостатка можно избѣгать, примѣняя угловой ящикъ, показанный на чертежахъ 168 и 169 на таб. 19. Длина стѣнокъ углового ящика бываетъ различна, смотря по толщинѣ набивныхъ стѣнъ, но наружныя стѣнки a c и a d должны имѣть во всякомъ случаѣ длину не меньше $3^1/_2'$ до $4'$. Соединенiе углового ящика съ продольными ящиками производится посредствомъ деревянныхъ скобъ m, обхватывающихъ оконечные шпонки стѣнокъ и укрѣпляемыхъ клиньями n. Скобы дѣлаются, лучше всего, изъ березоваго дерева длиною въ 18″, шириною въ 4″ и толщиною въ 3″. Для клиньевъ толщиною приблизительно въ 1″ употребляется твердое дерево всякаго рода. При строенiяхъ изъ набивной массы избѣгаютъ у угловъ острыхъ кромокъ, которыя легко могутъ обламываться, и притупляютъ или округляютъ ихъ. Для этой цѣли привинчиваютъ или прибиваютъ гвоздями къ стѣнкамъ углового ящика брусокъ q надлежащей формы.

Соединенiе обыкновенныхъ продольныхъ ящиковъ между собою дѣлается точно такъ же, какъ и при угловыхъ ящикахъ.

Иногда выводятся стѣны на углахъ вовсе безъ особыхъ угловыхъ формъ, такъ-что слой одной стѣны перекрываютъ въ перевязку слой другой стѣны (Таб. 19, черт. 170). Для этой цѣли прибиваютъ гвоздями къ одному концу ящика доски, гладко остроганныя съ внутренней стороны, и устанавливаютъ ящикъ такъ, чтобы внутренняя поверхность этихъ досокъ была заподлицо съ лицевою стороною поперечной стѣны. Этотъ способъ примѣненъ былъ съ успѣхомъ.

Кромѣ выше показанныхъ ящиковъ встрѣчаются еще другiе, устройство которыхъ требуетъ много желѣза и поэтому обходится дорого.

Подробное описанiе такихъ ящиковъ и вообще выведенiя набивныхъ стѣнъ находится въ сочиненiи Энгеля: „Der Kalk-Sand-Pisébau“.

Ящики для перегородокъ устраиваются въ связи съ ящиками фронтовыхъ стѣнъ, такъ-какъ масса затрамбовывается одновременно въ обоихъ. Чертежи 171 и 172 на таб. 19 показываютъ удобный способъ установки ящиковъ. Два обыкновенныхъ ящика устанавливаются такъ, чтобы остался между ними промежутокъ, равный толщинѣ перегородки; этотъ промежутокъ заполняется вертикальною доскою a, удерживаемою въ неизмѣнномъ положенiи горизонтальными желѣзными прутьями d, которые вкладываютъ въ крючки b, прибитые гвоздями къ концамъ стѣнокъ продольныхъ ящиковъ; кромѣ того, прикрѣпляется къ доскѣ a еще одинъ крючекъ c въ обратномъ положенiи, посредствомъ котораго доска a навѣшивается на прутъ d.

Для соединенiя перегородокъ съ фронтовыми стѣнами можно также примѣнять особый ящикъ r f g k i h (Таб. 19, черт. 168), устройство котораго будетъ понятно безъ дальнѣйшаго объясненiя. При этомъ способѣ соединенiя становится необходимою еще особенная стѣнка o p.

Для глинобитныхъ стѣнъ примѣняютъ часто простые, невысокiе ящики (Таб. 19, черт. 173 и 174), которые на углахъ соединяются между собою наугольниками изъ полосового желѣза.

a. *Известково-песчанобитныя стѣны.*

Масса известково-песчанобитныхъ стѣнъ состоитъ изъ смѣси извести и песку. Количество песку и извести въ смѣси зависитъ отъ качества послѣдней. Обыкновенно берутъ на одну часть извести 6—10 ч. песку. Тощая гидравлическая или мергелевая известь смѣшивается только съ 6 ч. песку. Если масса должна быстро твердѣть, то берутъ: 1 ч. извести, 1 ч. портландскаго цемента и 6—8 ч. песку.

Смѣси для фундаментовъ имѣютъ слѣ-

дующій составъ: a) 1 ч. извести, 5 ч. песку и 5 ч. кирпичнаго порошка; b) 2 ч. гидравлической извести, 1 ч. портландскаго цемента и 8—9 ч. песку.

Связывающая сила извести увеличивается примѣсью каменоугольной золы. Въ такомъ случаѣ рекомендуется слѣдующая смѣсь: a) 1 ч. извести, 1 ч. каменоугольной золы и 6—8 ч. крупнаго песку или b) 1½ ч. жирной или гидравлической извести, 8 ч. песку, 1 ч. обожженой глины въ видѣ порошка и 1 ч. толченой каменоугольной золы.

Смѣшиванiе составныхъ частей должно быть очень тщательное, такъ-какъ отъ него зависитъ прочность стѣнъ. Сырость набивной массы, идущей въ дѣло, должна равняться степени сырости свѣжевыкопанной огородной земли. Поэтому приходится примѣшивать къ массѣ только незначительное количество воды, такъ-какъ нельзя плотно утрамбовывать въ ящикахъ слишкомъ сырую массу. Известь примѣшивается къ песку тремя способами.

1) Известь примѣшивается къ песку въ видѣ известковаго молока, приготовляемаго съ нужнымъ для массы количествомъ воды. Этотъ способъ приходится предпочитать всѣмъ остальнымъ.

2) Известь перемѣшиваютъ съ 3 частями песку и постепенно прибавляютъ къ этому раствору остальную часть песку.

3) Известь перемѣшивается съ пескомъ въ видѣ порошка. Этотъ способъ примѣняютъ только тогда, когда принуждены, употреблять въ дѣло очень сырой песокъ или гидравлическую известь.

Перемѣшиванiе производится посредствомъ обыкновенныхъ лопатокъ или особыхъ мѣшалокъ (Таб. 19, черт. 175) въ ящикахъ или на платформахъ въ 8′ до 10′ въ квадратѣ, выстланныхъ досками и огражденныхъ боковыми стѣнками высотою въ 2″.

Двое рабочихъ могутъ приготовлять въ одномъ ящикѣ столько матерiала, сколько надобно для 8—9 трамбовокъ.

Для трамбованiя набивной массы примѣняются трамбовки разнаго вида (Таб. 19, черт. 176 a—e) изъ березоваго или дубоваго дерева высотою въ 8″—9″, при квадратномъ или треугольномъ основанiи въ 5″—6″. Для узкихъ промежутковъ слѣдуетъ примѣнять плоскую трамбовку.

Трамбовки изъ мягкаго дерева подбиваются снизу листовымъ желѣзомъ, чтобы не приставала къ нимъ набивная масса.

Для достиженiя равномѣрнаго горизонтальнаго основанiя для правильной установки ящиковъ, работу лучше всего начинаютъ рядомъ кирпичной кладки; на этомъ устанавливаютъ ящики и вбрасываютъ въ нихъ известково-песчаную массу слоемъ толщиною въ 2″—3″, которую трамбуютъ до тѣхъ поръ, пока она не издаетъ звука на подобiе металлическаго и трамбовка не начнетъ отскакивать. За первымъ слоемъ слѣдуетъ второй такой же толщины, затѣмъ третiй и т. д., пока не заполнятся ящики.

Какъ только заполненъ ящикъ, осторожно устраняютъ клинья скобъ и распорокъ, снимаютъ стѣнки ящика и выколачиваютъ распорки тотчасъ или оставляютъ ихъ въ стѣнѣ, пока растворъ нѣсколько не затвердѣлъ, если это дозволяетъ форма распорокъ. Всѣ дыры отъ распорокъ остаются незадѣланными до окончательнаго возведенiя стѣнъ, такъ-какъ онѣ значительно способствуютъ просыханiю и затвердѣванiю послѣднихъ. Сверхъ того, дыры могутъ служить для задѣлки пальцевъ лѣсовъ и подмостковъ. Послѣ онѣ задѣлываются кусочками кирпича на обыкновенномъ растворѣ.

Во всякомъ случаѣ остаются въ стѣнѣ послѣднiя верхнiя распорки для установки слѣдующаго ряда ящиковъ. По длинѣ стѣны слой набивной массы оканчивается наклонно, для лучшаго сопряженiя отдѣльныхъ частей одного и того же слоя. Мѣста сопряженiя располагаютъ въ смежныхъ рядахъ въ перевязку (Таб. 19, черт. 177).

Ящики должны быть расположены такимъ образомъ, чтобы возможно было производить набивку стѣнъ одновременно на углахъ, въ точкахъ пересѣченiй и въ мѣстахъ встрѣчи ихъ. По окончанiи одного слоя, можно начать слѣдующiй въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ началось выведенiе предыдущаго не менѣе 24 часовъ тому назадъ, при чемъ прежде нѣсколько соскребываютъ поверхность готоваго слоя и поливаютъ ее водою при помощи лейки, для лучшаго соединенiя отдѣльныхъ слоевъ.

Для оконныхъ и дверныхъ отверстiй устанавливаютъ въ ящикахъ оконныя и дверныя коробки (Табл. 19, черт. 178 a и b), затрамбовываемыя одновременно со стѣнами.

Прямыя перемычки и дугообразныя перекладины затрамбовываются надъ кружалами подходящей формы, которыя устраняются по просушкѣ массы. По тѣсной связи массы, въ разгрузныхъ

аркахъ не нуждаются. По незначительной прочности деревянныхъ коробокъ и такъ-какъ онѣ препятствуютъ равномѣрной осадкѣ, приходится предпочтительно устраивать оконныя и дверныя отверстія безъ такихъ коробокъ, при помощи шаблоновъ для притолокъ (Таб. 19, черт. 179), которые по окончаніи работы устраняются.

Если простѣнки между двумя отверстіями въ стѣнѣ имѣютъ ширину меньше 2′, то устраиваютъ ихъ изъ кирпича и вмѣстѣ съ тѣмъ обдѣлываютъ отверстія кирпичомъ (Таб. 19, черт. 180). Это дѣлается часто также для того, чтобы придать зданію болѣе красивый видъ. Угловые простѣнки изъ известково-песчаной набивной массы должны быть не меньше 3′. Углы также часто выкладываютъ кирпичомъ.

Желѣзные дверные крючья и петли, лучше всего, затрамбовываются въ массу во время возведенія стѣнъ. Въ другомъ случаѣ крючья въ уже затвердѣвшую стѣну укрѣпляются посредствомъ замазки.

Для устройства дымовыхъ трубъ примѣняютъ деревянный цилиндръ поперечникомъ въ 10″ съ рукояткою, вокругъ котораго затрамбовывается набивная масса; но лучше будетъ, устраивать дымовыя трубы изъ кирпича на глиняномъ или известковомъ растворѣ, такъ-какъ известково-песчаная масса теряетъ при сильномъ нагрѣваніи углекислоту и вмѣстѣ съ тѣмъ связывающую силу.

Фундаменты и цоколь набивныхъ стѣнъ устраиваются обыкновенно изъ естественнаго камня или кирпича, но употребляется для нихъ также известково-песчаная масса, составъ которой былъ уже прежде указанъ. Въ послѣднемъ случаѣ набивка фундаментовъ производится слоями въ ящикахъ или безъ ящиковъ прямо въ фундаментныхъ рвахъ, вырытыхъ по возможности съ вертикальными стѣнками.

Во время сильнаго дождя работа прекращается, и набивная масса и ящики покрываются рогожами, соломою или досками; мелкій дождь не имѣетъ вреднаго вліянія на производство работы.

Чтобы придать стѣнамъ болѣе красивый и опрятный видъ, окрашиваютъ ихъ бѣлою краскою.

По возведеніи стѣнъ даютъ имъ просыхать нѣсколько дней и укладываютъ тогда потолочныя балки безъ всякаго опасенія. Промежутки между балками заполняютъ лучше всего кирпичною кладкою.

Толщина стѣнъ изъ известково - песчаной массы дѣлается въ четверть больше толщины кирпичныхъ стѣнъ. О толщинѣ стѣнъ вообще поговоримъ послѣ.

б. *Бетонныя набивныя стѣны.*

О приготовленіи бетона и матеріалахъ для него уже сказано было въ главѣ о строительныхъ матеріалахъ. Въ бетонной массѣ, употребляемой для возведенія стѣнъ, портландскій цементъ составляетъ $1/10$ — $1/13$ часть ея; обыкновенно принимается слѣдующая смѣсь: 1 ч. портландскаго цемента, 3 ч. песку и 6,5 ч. гравія = 6,6 ч. бетона, или 1 ч. цемента, 4 ч. песку и 8,5 ч. гравія = 8,5 ч. бетона. Если употребляется щебень, то берутъ 6, относительно 8 частей его.

Бетонъ смачивается водою до степени влажности свѣжевыкопанной огородной земли, укладывается слоями въ 8″ въ выше описанныхъ ящикахъ и утрамбовывается тяжелыми трамбовками, вѣсомъ отъ 30 до 40 фунтовъ, пока онъ не представитъ совершенно плотную массу; это узнается по появленіи воды на поверхности бетоннаго слоя.

Кромѣ для возведенія стѣнъ, бетонъ употребляется еще для устройства сводовъ, крышъ и лѣстницъ; въ такомъ случаѣ количество цемента составляетъ относительно $1/6$ и $1/7$ бетонной массы, т.-е. бетонъ имѣетъ слѣдующій составъ:

1 ч. портландскаго цемента, 2—$2^1/_2$ ч. песку и 4—5 ч. щебня = 4,42 ч. бетона.

в. *Глино- и землебитныя стѣны.*

Для возведенія глиняныхъ и земляныхъ набивныхъ стѣнъ оказываются пригодными всѣ породы земли за исключеніемъ слишкомъ сухого песка и слишкомъ жирной глины. Тощія породы земли должны быть употребляемы въ дѣло не въ слишкомъ сухомъ состояніи, а жирныя не въ слишкомъ сыромъ; первыя легко обламываются кусочками, а послѣднія даютъ при высыханіи трещины.

Наилучшія глинобитныя стѣны возводятся изъ глины со всѣми тѣми примѣсями, какія содержатся въ ней уже въ природѣ. Песчаная глина, которая уже не пригодна для изготовленія кирпичей, представляетъ еще отличный матеріалъ для стѣнъ, при чемъ присутствіе въ ней камешковъ не имѣетъ вреднаго вліянія на прочность стѣнъ.

Для удобнаго смачиванія и перемѣшиванія, глина укладывается отдѣльными кучами. Перемѣшиваніе производится лопатами, при чемъ удаляются камни большихъ размѣровъ, дерево и корни.

Чтобы свѣжевыкопанная земля не становилась слишкомъ сырою или слишкомъ сухою, она помѣщается лучше подъ навѣсомъ. Приготовляется лишь столько матеріала, сколько употребляется въ дѣло въ одинъ день, такъ-какъ иначе онъ слишкомъ сильно высыхаетъ.

Земляныя и глиняныя набивныя стѣны выводятъ точно такъ же, какъ и остальныя набивныя стѣны, въ вышеописанныхъ формахъ и ящикахъ, укладывая при этомъ матеріалъ слоями въ 4″. На мѣсто ящиковъ устраиваютъ иногда также тонкія стѣнки изъ воздушнаго глинянаго кирпича, между которыми затрамбовывается набивная масса.

Дымовыя трубы внутри стѣнъ устраиваются изъ воздушныхъ кирпичей, а надъ крышею изъ обожженныхъ кирпичей на известковомъ растворѣ.

Дверныя и оконныя отверстія обдѣлываются воздушнымъ или обожженнымъ кирпичомъ или устраиваются при помощи деревянныхъ коробокъ, какъ это показано было при известково песчаныхъ набивныхъ стѣнахъ.

Всѣ набивныя стѣны, матеріалъ которыхъ вслѣдствіе дѣйствія сырости подвергается разрушенію, защищаются тѣми же средствами, какъ и стѣны изъ необожженнаго кирпича, изготовленнаго изъ того же матеріала. Само собою разумѣется, что цоколь такихъ стѣнъ, высотою не менѣе 2′, лучше всего, устраивается изъ камня.

Относительно штукатурки глиняныхъ и земляныхъ набивныхъ стѣнъ указываемъ на вышесказанное о штукатуркѣ стѣнъ изъ воздушнаго глинянаго и земляного кирпича.

Т о л щ и н а   с т ѣ н ъ. Толщину стѣнъ обусловливаютъ слѣдующія обстоятельства.

1) Величина и родъ ихъ нагрузки. Если стѣна подвержена только вертикальному давленію, то толщина ея опредѣляется въ зависимости отъ прочнаго сопротивленія матеріала, изъ котораго она возводится; но если, сверхъ того, на стѣну дѣйствуютъ еще наклонныя силы, какъ напр. при подпорныхъ и опорныхъ стѣнахъ, то при опредѣленіи толщины ея слѣдуетъ еще удовлетворять условіямъ устойчивости.

2) Назначеніе стѣнъ, т.-е. предназначаются ли онѣ для огражденія теплыхъ или холодныхъ, неотапливаемыхъ строеній, или служатъ ли онѣ только оградами и заборами.

3) Форма и размѣры матеріаловъ, изъ которыхъ устраиваются стѣны. Матеріалъ правильной формы допускаетъ меньшую толщину стѣнъ, чѣмъ матеріалъ неправильной формы, такъ-какъ въ первомъ случаѣ возможно будетъ, соблюдать при устройствѣ стѣнъ правильную перевязку, а, по болѣе тщательному производству работы, кладка дѣлается прочнѣе.

Размѣры камней правильнаго вида, какъ напр. кирпичей, имѣютъ вліяніе на толщину стѣнъ въ томъ отношеніи, что толщина почти исключительно опредѣляется по половиннымъ длинамъ кирпича.

Толщину стѣнъ опредѣляютъ лучше всего для таковыхъ изъ кирпичной кладки, толщина которыхъ зависитъ отъ формата кирпича. Наименьшая толщина стѣнъ, возводимыхъ изъ кирпича, составляетъ $^1/_2$ кирпича. Стѣнки толщиною въ $^1/_4$ кирпича идутъ только на устройство печей.

Толщину стѣнъ изъ другихъ матеріаловъ выводятъ изъ толщины кирпичныхъ стѣнъ, принимая для толщины стѣнъ изъ:

булыжнаго камня	— $^{15}/_8$	толщины	стѣнъ	изъ	кирпича,
бутового „	— $^{10}/_8$	„	„	„	„
тесанаго „	— $^5/_8$ — $^6/_8$	„	„	„	„
земляной и глиняной массы	$^{16}/_8$ толщ.		„	„	„
известково-песчаной массы	$^{10}/_8$	„	„	„	„
цементнаго бетона	$^8/_8$	„	„	„	„

Если должна соблюдаться порядочная перевязка въ кладкѣ изъ бутового и булыжнаго камня, то при кладкѣ перваго рода толщина стѣнъ должна быть не меньше $1^3/_4$′, а при кладкѣ второго рода не меньше 2′ до $2^1/_2$′.

a. С в о б о д н о   с т о я щ и м ъ   с т ѣ н а м ъ, т.-е. оградамъ или заборамъ, длина которыхъ только вдвое больше ихъ высоты, даютъ толщину въ $^1/_8$ – $^1/_{12}$ ихъ высоты, при чемъ принимаютъ:

$^1/_{12}$ высоты для стѣнъ изъ тесанаго камня
$^1/_8$ „ „ „ „ необтесан. „
$^1/_{10}$ „ „ „ „ обыкновеннаго кирпича.

При кирпичныхъ стѣнахъ полученная мѣра округляется согласно съ размѣрами кирпича. Устойчивость стѣнъ большей длины увеличивается выступами, расположенными по одной или обѣимъ сторонамъ стѣны на разстояніи другъ отъ друга, равномъ двойной высотѣ ихъ.

Толщина прямолинейныхъ и ненагруженныхъ стѣнъ длиною l и высотою h, ограждающихъ прямоугольное пространство

и поэтому подпертыхъ въ концахъ примыкающими къ нимъ поперечными стѣнами, опредѣляется по Рондле слѣдующимъ образомъ:

Составляютъ изъ свободной длины стѣны AB (Таб. 20, черт. 181a) и высоты ея BC прямоугольный треугольникъ ABC, раздѣляютъ высоту на 8—12 равныхъ частей и откладываютъ одну часть съ точки C на гипотенузѣ AC. Изъ полученной точки H опускаютъ перпендикуляръ на прямую AB и получаютъ такимъ образомъ толщину x стѣны. Точно такъ же поступаютъ при опредѣленіи толщины щипцовыхъ стѣнъ BD (Таб. 20, черт. 181 b).

Вмѣсто того, чтобы придавать свободно стоящей стѣнѣ вездѣ одинаковую толщину въ 1½ кирпича, можно располагать на разстояніи въ 10′ до 14′ другъ отъ друга столбы толщиною въ 1½ до 2 кирпичей и шириною въ 2 кирпича, между тѣмъ какъ среди нихъ лежащую стѣну устраиваютъ толщиною въ 1 кирпичъ, а вверху соединяютъ столбы арками (Таб. 20, черт. 182). Этимъ достигается сбереженіе матеріала.

б. Стѣны, ограждающія зданіе. Толщина стѣнъ зданія опредѣляется почти исключительно по опыту, который и образуетъ основаніе полицейскихъ постановленій, существующихъ для этой цѣли почти во всѣхъ городахъ.

При одноэтажныхъ зданіяхъ и верхнемъ этажѣ многоэтажныхъ зданій, толщина наружныхъ стѣнъ въ 1½ кирпича и иногда даже въ кирпичъ была бы достаточна, чтобы удовлетворять условіямъ устойчивости, и такіе размѣры часто и придаютъ наружнымъ стѣнамъ холодныхъ неотпляемыхъ строеній. Во многоэтажныхъ зданіяхъ толщина стѣнъ нижныхъ этажей соотвѣтственно увеличивается, обыкновенно въ каждомъ ниже лежащемъ этажѣ на ½ кирпича, или даютъ стѣнамъ двухъ послѣдующихъ другъ за другомъ этажей одинаковую толщину. Напротивъ того, толщина наружныхъ стѣнъ теплыхъ, отапливаемыхъ строеній должна быть, соотвѣтственно климатическимъ условіямъ и мѣстнымъ полицейскимъ постановленіямъ, не меньше отъ 2 до 2½ кирпичей. Въ весьма холодныхъ странахъ Россіи стѣнамъ даютъ даже толщину не мѣне 3 кирпичей, вслѣдствіе чего онѣ дѣлаются столь толстыми, что рекумендуется для сбереженія матеріала располагать въ нихъ воздушныя прослойки. Само собою разумѣется, что въ странахъ съ теплымъ климатомъ стѣны должны имѣть только толщину, достаточную для удовлетворенія условіямь устойчивости.

При многоэтажныхъ зданіяхъ опредѣленіе толщины стѣнъ начинается съ верхняго этажа.

Часто фронтовая стѣна возводится еще на нѣсколько футовъ выше потолочныхъ балокъ верхняго этажа. Эта часть фронтовой стѣны назовемъ дремпельною стѣною.

При высотѣ этажей до 14′, считая отъ верхней поверхности пола одного этажа до верхней поверхности пола слѣдующаго этажа, фронтовымъ стѣнамъ можно придать слѣдующія толщины (Таб. 20. черт 183):

въ чердачномъ помѣщеніи отъ 1 до 1½ кирпича, въ четвертомъ и третьемъ этажахъ 2 кирпича, во второмъ и первомъ 2½ и въ подвалѣ 3 кирпича. При этомъ ширина комнатъ не должна превосходить 24′. Подвальныя стѣны дѣлаются всегда на ½ кирпича толще, чѣмъ надъ ними находящіяся стѣны.

Толщина цокольной стѣны изъ кирпичной кладки дѣлается въ ½ кирпича больше толщины стѣны, находящейся непосредственно надъ цоколемъ. Цоколь выступаетъ на ¼ кирпича изъ-за внутренней и наружной поверхности стѣны перваго этажа. Часто цокольныя стѣны одновременно представляютъ и подвальныя стѣны.

Если ширина комнатъ больше 24′, то рекомендуется скорѣе увеличивать книзу толщину стѣнъ. Если высота этажей больше 14′, то стѣнамъ обоихъ верхнихъ этажей придаютъ толщину въ 2 кирпича и стѣнамъ каждаго слѣдующаго этажа толщину, которая на полкирпича больше. Обрѣзы стѣнъ располагаются внутрь зданія.

Щипцовыя стѣны, въ которыя не упираются потолочныя балки, также возводятся толщиною въ 2 кирпича, особенно тогда, когда онѣ стоятъ свободно; только на чердакахъ можно давать имъ толщину въ $1^1/_2$ кирпича и даже въ кирпичъ. Въ послѣднемъ случаѣ располагаютъ, на разстояніи отъ 12′ до 15′ другъ отъ друга, выступы шириною въ $2^1/_2$ кирпича и толщиною въ $^1/_2$ кирпича, на подобіе контрфорсовъ.

Если щипцовыя стѣны служатъ опорами потолочныхъ балокъ, то толщина ихъ равняется толщинѣ фронтовыхъ стѣнъ.

Два строенія, примыкающія другъ къ другу, не дожны имѣть общей щипцовой стѣны.

Щипцовыя стѣны такихъ строеній служатъ тогда брандмауэрами и возводятся по всей своей высотѣ толщиною въ 1 кирпичъ. Въ брандмауэрахъ не должны быть помѣщены деревянныя части зданія и дымовыя трубы. Брандмауэры подымаются надъ крышею приблизительно на 1′ и больше.

Внутри строенія различаютъ стѣны, которыя поддерживаютъ потолочныя балки и обыкновенно бываютъ **среднія стѣны**, и **перегородки**.

Первыя подвергаются гораздо большему усилію, чѣмъ наружныя стѣны, потому-что онѣ служатъ опорами двухъ рядовъ потолочныхъ балокъ. Но, такъ-какъ толщина наружныхъ стѣнъ строеній, по извѣстнымъ причинамъ, обыкновенно больше, чѣмъ ея требуетъ ихъ прочное сопротивленіе давленію, то внутреннимъ стѣнамъ, поддерживающимъ потолочныя балки, даютъ одинаковую толщину съ наружными, въ верхнемъ этажѣ часто даже меньшую толщину, а именно въ $1^1/_2$ кирпча. Только въ такомъ случаѣ, если въ средней стѣнѣ расположено много дымовыхъ трубъ и отверстій, она дѣлается толще $1^1/_2$ кирпича. Книзу средція стѣны утолщаются черезъ каждые два этажа на полкирпича.

Если двѣ среднихъ стѣны расположены на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга, т.-е. если онѣ представляютъ коридорныя стѣны, то даютъ имъ въ верхнихъ этажахъ толщину только въ 1 кирпичъ.

Перегородки, не служащія опорами потолочныхъ балокъ, а только отдѣляющія внутреннія помѣщенія зданія другъ отъ друга, возводятъ во всѣхъ этажахъ толщиною въ 1 кирпичъ, и только при невысокихъ перегородкахъ, если имъ не приходится удерживать теплоту и звуки, — толщиною въ полкирпича, при чемъ кладка должна производиться на цементномъ растворѣ.

Лѣстничныя стѣны, т.-е. стѣны, ограждающія клѣтку, т.-е. помѣщеніе, въ которомъ находится лѣстница, могутъ быть часто одновременно наружныя стѣны, средція или перегородки, и должны, смотря по этому, имѣть соотвѣтственную толщину. Стѣны клѣтки устраиваются лучше всего по всей высотѣ безъ обрѣзовъ, чтобы пространство внизъ не стѣснялось. Исключеніе изъ этого правила представляютъ стѣны клѣтки подвальныхъ лѣстницъ.

Стѣна клѣтки, одновременно представляющая часть фронтовой стѣны, должна имѣть среднюю толщину фронтовыхъ стѣнъ всѣхъ этажей, обыкновенно въ $2—2^1/_2$ кирпича. Стѣнѣ клѣтки, которая одновременно образуетъ часть средней стѣны, даютъ размѣры, приведенные выше для послѣдней. Обрѣзы въ нихъ менѣе неудобны, потому-что они обыкновенно скрываются площадками лѣстницы. Перегородки, ограждающія клѣтку лѣстницы, могутъ имѣть по всей своей высотѣ толщину въ 1 кирпичъ; но лучше даютъ имъ толщину въ $1^1/_2$ кирпича. Такая толщина будетъ необходимо въ такомъ случаѣ, если вдѣлываются въ стѣны концы ступеней высячихъ каменныхъ лѣстницъ.

При лѣстницахъ, марши которыхъ поддержаны сводами, тѣ стѣны клѣтки, которыя служатъ опорами сводовъ, выводятся толщиною въ 2 кирпича. Эта толщина бываетъ достаточна для трехъ верхнихъ этажей, а увеличивается въ нижнихъ этажахъ на полкирпича.

При всѣхъ выше приведенныхъ данныхъ относительно толщины стѣнъ, служащихъ опорами потолочныхъ балокъ, предполагается достаточное скрѣпленіе противоположныхъ стѣнъ при помощи опредѣленнаго числа проходящихъ балокъ.

Для опредѣленія толщины стѣнъ фабричныхъ и заводскихъ зданій, Редтенбахеръ даетъ слѣдующую формулу, въ которой обозначаютъ: s_3 — толщину наружныхъ стѣнъ третьяго этажа, s_2 и s_1 — толщину второго и перваго этажей, h_3 h_2 и h_1 — соотвѣтственныя высоты этажей и t — ширину зданія:

$$s_3 = \frac{t}{40} + \frac{h_3}{25};\ s_2 = \frac{t}{40} + \frac{h_3 + h_2}{25};\ s_1 = \frac{t}{40} + \frac{h_3 + h_2 + h_1}{25}.$$

Изъ этой формулы, въ случаѣ надобности, легко можно вывести другую для толщины стѣнъ зданія съ бо́льшимъ числомъ этажей.

Если зданіе подвергается сильнымъ сотрясеніямъ, то толщина стѣнъ соотвѣтственно увеличивается, обыкновенно на полкирпича.

Подпорныя стѣны, служащія для поддерживанія откосовъ или насыпей, должны сопротивляться боковому давленію земли; онѣ производятся съ вертикальною или наклонною заднею поверхностью (Таб. 20, черт. 184 и 185). Откосъ передней стороны составляетъ, при кирпичной кладкѣ, отъ $^1/_{10}$ до $^1/_{15}$, а, при кладкѣ изъ тесанаго камня, отъ $^1/_6$ до $^1/_{10}$ высоты стѣны. Средняя ширина такихъ стѣнъ принимается въ $^1/_4$ до $^1/_3$ высоты ихъ.

Б. Дымовыя трубы.

а, *Дымовыя трубы нагрѣвательныхъ приборовъ для домашнихъ цѣлей.* Дымовыя трубы для отведенія дымовыхъ газовъ изъ печей располагаются во внутреннихъ стѣнахъ зданія. Поперечное сѣченіе дымовыхъ трубъ дѣлается обыкновенно въ $^3/_4$ до 1 кирпича въ квадратѣ, но встрѣчаются и другіе размѣры. Поперечное сѣченіе имѣетъ часто и прямоугольную форму. Лучше всего будетъ принимать размѣры въ свѣту такъ, чтобы возможно было, удобно вставлять отверстія дымовыхъ трубъ въ правильную перевязку кладки стѣнъ, не нуждаясь при этомъ въ кирпичахъ особенной формы. Стѣнки дымовыхъ трубъ должны быть не тоньше полкирпича, чѣмъ становятся необходимыми выступы въ стѣнахъ меньшей толщины чѣмъ въ 2 кирпича.

Въ одну и ту же дымовую трубу должно проводить собственно только дымовые газы изъ печей одного и того же этажа, но часто проводятъ въ нее и дымовые газы изъ печей нѣсколькихъ этажей, при чемъ, однако, легко можетъ случиться, что дымъ вступаетъ въ верхніе этажи, особенно тогда, когда топится прежде въ нижнихъ этажахъ. Если дымовая труба служитъ для пріема дыма изъ нѣсколькихъ печей одного этажа, то слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы входныя отверстія печей имѣли разстояніе другъ отъ друга не менѣе 1′.

На поперечное сѣченіе дымовой трубы въ 1 кирпичъ въ квадратѣ считается отъ 3 до 4 печей.

Для кухонныхъ очаговъ всегда устраиваютъ особенную дымовую трубу, которая никогда не должна служить одновременно для вентиляціи кухни.

Въ нижнемъ концѣ каждой дымовой трубы, лучше всего въ погребѣ, должно находиться отверстіе для удаленія сажи, которая накопляется вслѣдствіе чистки трубы. Такимъ отверстіямъ даютъ величину въ 6″ до 8″ въ квадратѣ и герметически затворяютъ ихъ желѣзными дверцами. Располагать отверстія для чистки дымовыхъ трубъ на чердакѣ, по опасности отъ пожара, воспрещается полицейскими постановленіями.

Дымовымъ трубамъ должно давать по возможности вертикальное направленіе. Если это не возможно, то проводятъ ихъ вкось подъ угломъ не менѣе чѣмъ въ 60° къ горизонтали (Таб. 20, черт. 186 и 187), при чемъ углы округляются дугами съ радіусомъ въ 3′, для лучшаго отведенія дымовыхъ газовъ и болѣе удобной чистки трубы. Наклонное направленіе дымовыхъ трубъ допускается только въ такомъ случаѣ, если подъ ними находится сплошная кладка, т.-е. только въ стѣнахъ толщиною въ 2 кирпича.

Штукатурка внутренней поверхности стѣнокъ дымовыхъ трубъ, хотя она требуется полицейскими постановленіями, не приноситъ никакой пользы, такъ-какъ она при чисткѣ трубъ легко повреждается. Болѣе рекомендуется, гладко расшивать швы кладки на внутренней поверхности дымовыхъ трубъ. Напротивъ того, наружная поверхность той части дымовыхъ трубъ, которая находится въ чердачномъ помѣщеніи, всегда должна оштукатуриваться до самой крыши.

Иногда соединяются подъ крышею двѣ дымовыхъ трубы въ одну трубу (Таб. 20, черт. 188), если ихъ разстояніе другъ отъ друга невелико. Въ такомъ случаѣ уголъ, образуемый стѣнками трубъ, долженъ быть не больше 60°.

При проходѣ черезъ крышу и деревянный потолокъ стѣнки дымовыхъ трубъ часто дѣлаютъ толщиною въ 1 кирпичъ.

Дымовыя трубы располагаются по возможно-

сти во внутреннихъ стѣнахъ зданій, чтобы дымовые газы въ нихъ не слишкомъ охлаждались. Но если устройство ихъ въ наружныхъ стѣнахъ неизбѣжно, то непремѣнно нужно предохранять дымовые газы отъ охлажденія изолирующимъ воздушною прослойкою, шириною отъ 3′ до 4′ (Таб. 20, черт. 189).

Дымовыя трубы должны превышать конекъ на 2′. Свободная высота одной дымовой трубы надъ крышею, кладка которой не шире 2 кирпичей, не должна превосходить 12′, при нѣсколькихъ же трубахъ, расположенныхъ непосредственно другъ возлѣ друга, свободная высота должна быть не больше 15′. Иначе стѣнки дѣлаются въ 1 кирпичъ, или устойчивость трубъ увеличивается желѣзными связами, что вообще оказывается желательнымъ, если свободная высота трубы превосходитъ 8′.

Для безопасности отъ пожара всѣ деревянныя части зданія должны быть расположены на разстояніи отъ дымовой трубы въ свѣту не меньше чѣмъ въ 12″.

б. *Свободно-стоящія дымовыя трубы для фабрикъ и заводовъ**). a. **Общія замѣчанія.** Дымовая труба представляетъ окончательную часть каждаго нагрѣвательнаго прибора и имѣетъ цѣлью, доставлять въ топку необходимый для сожиганія топлива воздухъ и, сверхъ того, отводить продукты горѣнія на такой высотѣ, чтобы они не могли обнаруживать вредное вліяніе на здоровье людей, живущихъ въ окрестности трубы. Въ городахъ эта высота должна составлять, по полицейскимъ постановленіямъ различныхъ государствъ, по крайней мѣрѣ 20 m.

b. **Форма поперечнаго сѣченія дымовыхъ трубъ.** Какъ наиболѣе выгодное поперечное сѣченіе дымовой трубы можетъ быть разсматриваемо такое, у котораго, при одинаковой площади съ сѣченіемъ дымовой трубы другой формы, наименьшій периметръ, такъ-какъ этимъ получается наименьшая поверхность тренія и охлажденія для продуктовъ горѣнія, подымающихся въ дымовой трубѣ; а чѣмъ незначительнѣе охлажденіе продуктовъ горѣнія и треніе ихъ о стѣнки трубы при движеніи въ ней, тѣмъ больше будетъ полезное дѣйствіе трубы. Круглая форма не только удовлетворяетъ этимъ условіямъ, но и требуетъ, при данной площади поперечнаго сѣченія, наименьшаго количества матеріаловъ и доставляетъ наиболѣе выгодную поверхность трубы относительно дѣйствія вѣтра, которое, сверхъ того, по всѣмъ направленіямъ равномѣрно.

Кромѣ круглой формы поперечнаго сѣченія, встрѣчаются еще шестиугольная, восьмиугольная и квадратная формы, оказывающія тѣмъ болѣе неблагопріятныя условія, чѣмъ болѣе онѣ отклоняются отъ круглой формы. Въ виду этого, квадратное сѣченіе дымовой трубы бываетъ наименѣе выгодное.

c. **Размѣры дымовыхъ трубъ.** α. *Поперечное сѣченіе въ свѣту.* Площадь поперечнаго сѣченія въ свѣту у устья дымовой трубы зависитъ въ прямомъ отношеніи отъ количества отводимыхъ продуктовъ горѣнія и въ обратномъ отношеніи отъ скорости ихъ вытеканія изъ устья; она опредѣляется по формулѣ

$$1)\quad F_0 = \frac{B.\ G.\ (1 + \alpha t_0)}{\gamma.\ v.\ 3600}.$$

Въ этой формулѣ означаютъ:

F_0 — площадь поперечнаго сѣченія въ свѣту у верхняго устья трубы въ m^2.

B — часовой расходъ топлива на колосникахъ въ kg.

v — скорость истеченія продуктовъ горѣнія изъ дымовой трубы.

t_0 — температуру газовъ, съ которою они оставляютъ трубу.

$\alpha = {}^1/_{273}$ — коэффиціентъ расширенія газовъ.

G — количество газовъ, развиваемое каждымъ килограммомъ сожигаемаго топлива въ kg.

$\gamma = 1{,}29$ kg. — вѣсъ 1 куб. метра воздуха средней сухости и продуктовъ горѣнія.

Если вѣтеръ не можетъ попадать на устье трубы, то принимаютъ $v = 3$ m/sec., а въ противномъ случаѣ $v = 6-7$ m/sec., или располагаютъ колпаки на трубы, которые вообще не могутъ рекомендоваться.

Обыкновенно принимается для одного парового котла $v = 4$ m/sec., а если имѣется нѣсколько котловъ, то

для 3 котловъ . . . . $v = 5$ m/sec.
„ 7 „ . . . . $v = 6$ „
„ 12 „ . . . . $v = 7$ „
„ 12+x „ . . . . $v = 7 + \frac{x}{20}$.

При совершенно устроенныхъ топкахъ количество G воздуха, потребное для сожиганія 1 kg.

*) Разсчетъ устойчивости дымовыхъ трубъ см. „Приложеніе“.

твердаго топлива, бываетъ вдвое больше теоретически необходимаго. Въ нижеслѣдующей таблицѣ это принято во вниманіе.

Таблица величинъ G.

Топливо.	Простое теоретическое количество воздуха G въ kg	Двойное противъ теоретическаго количество.
Дерево	5,50	10,02
Торфъ	5,31	9,72
Бурый уголь	7,24	13,56
Каменный уголь	10,63	22,30
Коксъ.	11,20	21,46
Свѣтильный газъ . . .	15,19	
Генераторный газъ изъ торфа	1,89	
Генераторный газъ изъ кокса.	1,84	

Эта таблица заимствовано у Rietschel'я.

Предыдущія величины представляются лишь средними, и особенно при буромъ углѣ встрѣчаются значительныя отклоненія.

При среднихъ условіяхъ, т.-е. если $v = 4$ ms/ec, $t_0 = 235^0$, $1 + \alpha t_0 = 1{,}86$, $\gamma = 1{,}29$, уравненіе 1. переходитъ въ

$$1\,a)\ F_0 = \frac{B.\,G}{10000}$$

При хорошихъ каменныхъ угляхъ и хорошихъ топкахъ можно принимать $G = 19$, такъ-что въ такомъ случаѣ

$$1\,b)\ F_0 = 0{,}0019\ B.$$

Если подставляется въ уравненіи $t_0 = 200$ и вдвое большее теоретическаго количество воздуха, то оно можетъ писаться

$$1\,c)\ F_0 = \vartheta B.$$

Значенія ϑ находятся въ ниже слѣдующей таблицѣ:

Родъ топлива.	Величины ϑ	
	v = 3 m/sec.	v = 4 m/sec.
Дрова	0,00124	0,00103
Торфъ	0,00121	0,00100
Бурый уголь	0,00166	0,00129
Каменный уголь. . . .	0,00271	0,00225
Коксъ	0,00256	0,00212

Верхняя ширина d_0 дымовой трубы въ свѣту получается изъ уравненія

$$2)\ d_0 = \sqrt{\frac{4\,F_0}{\mu}}$$

μ представляетъ коэффиціентъ поперечнаго сѣченія и составляетъ

при кругломъ поперечномъ сѣченіи $\mu = \pi = 3{,}1416$
„ восьмиугольномъ „ „ $\mu = 3{,}3137$
„ квадратномъ „ „ $\mu = 4{,}0000$

Въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ d_0 означаетъ поперечникъ вписаннаго круга.

Если кладка дымовой трубы производится безъ лѣсовъ изнутри, то при кругломъ сѣченіи трубы d_0 долженъ быть не меньше 0,60 m, а при квадратномъ сѣченіи не меньше 0,55. При поперечникахъ меньшей величины наружные лѣса при возведеніи трубы необходимы.

Если верхнее отверстіе дымовой трубы оказывается слишкомъ широкимъ, то можно сузить его при помощи чугуннаго крышечнаго кольца. Это кольцо кладется на три желѣзныхъ прута, задѣланные въ кладкѣ дымовой трубы.

Живое поперечное сѣченіе дымовой трубы лучше всего увеличивается книзу.

Означимъ черезъ i уголъ наклоненія внутренней поверхности къ вертикали, то принимается (Таб. 23, черт. 7)

3) $tg\,i = 0{,}006-0{,}011$, средн. числ. $0{,}008-0{,}01$.

Эти значенія дѣйствительны для дымовыхъ трубъ съ простыми стѣнками и для таковыхъ съ футеровкою во всей высотѣ. Если, напротивъ того, футеровка находится только въ цоколѣ или вдается только немного въ стержень трубы, то выше указанныя значенія дѣйствительны только для стержня, между тѣмъ какъ для всей высоты тяги H_r дымовой трубы средній откосъ уменьшается, такъ-что въ такомъ случаѣ можно принимать (Таб. 23, черт. 6)

3 a) $tg\,i_1 = 0{,}004-0{,}008$, средн. числ. $0{,}006=0{,}007$.

Бо́льшія изъ допускаемыхъ значеній $tg\,i$ оказываются во многихъ отношеніяхъ выгоднѣе.

Если черезъ r_0 (Таб. 23, черт. 7) означается радіусъ верхняго отверстія трубы, черезъ r_n — радіусъ нижняго сѣченія стержня, черезъ H_0 — высота послѣдняго и черезъ $\triangle s$ увеличеніе толщины стѣнокъ, то

$$3\,b)\ tg\,i = \frac{r_n = \triangle s - r_0}{H_0} \text{ или } \frac{d_n - 2\triangle s - d_0}{2\,H_0}$$

гдѣ d_n означаетъ поперечникъ нижняго сѣченія стержня трубы.

Если полученнымъ нижнимъ поперечникомъ d_n условіямъ устойчивости трубы не удовлетворяется, то должно соотвѣтственно увеличить его, оставляя при этомъ неизмѣнною толщину стѣнокъ трубы.

На основаніи только-что сказаннаго получается (Таб. 23, черт. 7)

$$4)\ d_n = d_0 + 2\ tgi\ H_0 + 2\triangle s \text{ или}$$
$$r_n = r_0 + tgi\ H_0 + \triangle s$$

и при футеровкѣ въ цоколѣ и нѣсколько выше его (Таб. 23, черт. 6)

$$4a)\ d_n = d_0 + 2\ tgi_1\ H_0 + 2a \text{ или}$$
$$r_n = r_0 + tgi_1\ H_0 + a.$$

Коническая форма внутренняго пространства дымовой трубы, суживающаяся кверху ($d_0 < d_n$) наиболѣе употребительная и выгодная, такъ-какъ при этой формѣ получаетея бóльшая скорость дымовыхъ газовъ у устья трубы и достигается бóльшая устойчивость ея. Не смотря на это, встрѣчаются еще формы цилиндрическая ($d_n = d_0$) и коническая кверху уширяющаяся ($d_0 > d_n$). Послѣдняя форма безусловно должна избѣгаться, въ виду того, что она не удовлетворяетъ ни теоретическимъ, ни практическимъ условіямъ.

β. *Высота тяги дымовой трубы.* Высота тяги дымовой трубы опредѣляется на основаніи предположенія, что она въ состояніи, производить необходимую скорость, съ которую газы выдѣляются изъ устья трубы, и что она достаточна для преодолѣванія разнообразныхъ вредныхъ сопротивленій, встрѣчаемыхъ газами на пути.

Высота тяги дымовой трубы считается отъ поверхности рѣшетки до устья трубы.

Для приблизительныхъ разсчетовъ высоты дымовыхъ трубъ можно пользоваться также слѣдующею формулою по Lang'y: Der Schornsteinbau. Въ этой формулѣ приняты во вниманіе всѣ условія, отъ которыхъ зависитъ высота трубы. Поэтому она и даетъ довольно хорошіе результаты.

Если означается черезъ:

H_r — высота тяги, т.-е. высота трубы надъ рѣшеткою,

v — скорость истеченія газовъ,

η — коэффиціентъ, зависящій отъ формы и ширины дымоходовъ и борова,

l — длина дымоходовъ и борова (если имѣется нѣсколько паровыхъ котловъ, то подставляется въ формулу сумма всѣхъ дымоходовъ),

$tgi = \dfrac{d_n - d_0}{2}$. H_r — внутренній откосъ стѣнокъ трубы;

t_m — средняя температура газовъ въ трубѣ,

то формула пишется:

$$5)\ H_r = [15\,d_0 + 2{,}5\,v + \eta l - 160\,tgi].\ \frac{700 - t_m}{200 + t_m}$$

Смотря по ширинѣ дымоходовъ и борова, значеніе η колеблется между предѣлами 0,03—0,15. Для нормальныхъ дымовыхъ трубъ большихъ нагрѣвательныхъ приборовъ съ широкими жаровыми трубами и широкимъ боровомъ съ немногими и хорошо округленными перегибами дымоходовъ и при нормальной толщинѣ слоя топлива на рѣшеткѣ — можно принимать $\eta = 0{,}04$—$0{,}05$, а при особенно благопріятныхъ условіяхъ даже $\eta = 0{,}03$. При водотрубныхъ паровыхъ котлахъ принимается $\eta = 0{,}11$.

При среднихъ условіяхъ и одномъ котлѣ: $v = 4$ m/sec, $l = 25$ m, $\eta = 0{,}04$, $tgi = 0{,}006$, $t_m = 250^0$,

$$5a)\ H_r = 15\,d_0 + 10\ \text{m}.$$

Полученная изъ формулы высота H_r округляется до ближайшаго большаго цѣлаго числа.

Наименьшая высота дымовой трубы опредѣляется такъ, чтобы устье ея было расположено на 3 m выше конька зданій, находящихся въ окрестности до 250 m.

Въ городахъ часто опредѣляется наименьшая допускаемая высота дымовыхъ трубъ полицейскими постановленіями, требующими для нея среднимъ числомъ 20 m и болѣе.

Для того, чтобы, въ случаѣ надобности, имѣть въ распоряженіи излишнюю тягу, высоту дымовыхъ трубъ лучше дѣлаютъ не меньше 30 m. Ослабленія тяги можно достигать подходящимъ положеніемъ заслонки.

Средняя температура t_m колеблется обыкновенно между 150^0 и 250^0. Низкія температуры принимаются въ такомъ случаѣ въ разсчетъ, если вода для парового котла подогрѣвается дымовыми газами.

d. *Составныя части дымовыхъ трубъ.* По наружному виду различаютъ три составныхъ части дымовыхъ трубъ: цоколь, стержень и капитель.

a. Цоколь. Если боровъ находится надъ землею, то цоколю часто даютъ квадратную форму

и дѣлаютъ высоту его въ $^1/_8 - ^1/_5$ цѣлой высоты дымовой трубы. Ширина квадратнаго цоколя должна быть принимаема по крайней мѣрѣ такъ, чтобы продолженіе наружнаго очертанія стержня находилось еще внутри цоколя. Это обыкновенно достигается, если ширина цоколя дѣлается отъ $d_n + 0{,}5$ до $d_n + 1$ m.

Наружный выступъ цоколя при переходѣ отъ квадратнаго сѣченія въ круглое или восьмиугольное снабжается отливомъ изъ кирпичей особой формы, поставленныхъ на ребро (Таб. 25, черт. 9). Форма поперечнаго сѣченія дымовой трубы внутри квадратнаго цоколя бываетъ та же самая, какъ въ стержнѣ, но встрѣчается также квадратное сѣченіе, хотя послѣднее не можетъ рекомендоваться, такъ-какъ отъ каждаго измѣненія поперечнаго сѣченія дымовой трубы происходитъ ослабленіе тяги.

Переходъ квадратнаго сѣченія въ круглое производится при помощи свѣшивающихся рядовъ кладки цоколя на углахъ (Таб. 23, черт. 1). Если при круглыхъ дымовыхъ трубахъ безъ цоколя боровъ находится надъ землею, то располагаютъ для него соотвѣтственную пристройку.

При подземномъ положеніи борова, круглая или восьмиугольная форма цоколя оказывается относительно напряженій въ кладкѣ его выгоднѣе.

Въ этомъ случаѣ цоколь устраивается обыкновенно незначительной высоты; онъ представляетъ просто продолженіе стержня.

По высокой температурѣ дымовыхъ газовъ внутри цоколя, безусловно должна быть расположена футеровка изъ болѣе или менѣе огнеупорнаго кирпича, которая должна возводиться совершенно независимо отъ кладки цоколя и во всякомъ случаѣ не должна быть связана съ нею, чтобы она могла свободно расширяться при сильномъ нагрѣваніи. Промежутокъ между футеровкою и кладкою дѣлается часто довольно значительной ширины, хотя, въ виду величины расширенія кладки, 2 cm уже будутъ вполнѣ достаточны, не смотря на то, что узкій промежутокъ во многихъ отношеніяхъ выгоднѣе. Нерѣдко футеровка нѣсколько входитъ въ стержень. Футеровка толщиною отъ 9 до 15 cm можно возводить свободно стоящею въ 8 до 12 m высоты. Если слѣдуетъ предохранять только цоколь отъ нагрѣванія, то, не смотря на то, футеровка должна входить въ стержень до половины высоты нижняго уступа послѣдняго, чтобы предохранять отъ нагрѣванія и подошву его, представляющую опасное мѣсто.

Дно дымовой трубы должно находиться на 0,6 до 0,8 m ($2' - 2^1/_2{}'$) ниже входа борова, чтобы сажа и летучая зола могли накопляться въ полученномъ такомъ образомъ углубленіи. Изъ послѣдняго онѣ отъ времени до времени устраняются. Для этой цѣли оставляютъ въ цоколѣ или фундаментной кладкѣ трубы, напротивъ входа борова, отверстіе шириною, равною ширинѣ послѣдняго.

Это отверстіе каждый разъ по удаленіи сажи и золы снова задѣлываются простою стѣнкою, толщиною въ 1 кирпичъ, или двумя стѣнками, толщиною въ $^1/_2$ кирпича, на глиняномъ растворѣ (Таб. 23, черт. 1). Промежутокъ между двойными стѣнками заполняется пескомъ. Если указанное отверстіе находится подъ землею, то передъ нимъ устраивается яма, въ которую опускаются при помощи желѣзной лѣстницы изъ заложенныхъ скобъ.

Если въ дымовую трубу входитъ нѣсколько борововъ, то она въ нижней части раздѣляется перегородками въ соотвѣтственное число отдѣленій, чѣмъ дымовые газы изъ различныхъ нагрѣвательныхъ приборовъ получаютъ общее вертикальное направленіе. Перегородки должны быть расположены наклонно къ оси борововъ, чтобы ослаблять напоръ газовыхъ струй къ нимъ, бывающій причиною вредныхъ сопротивленій движенію дымовыхъ газовъ (Таб. 23, черт. 3 и 4).

При входѣ въ дымовую трубу верхнее перекрытіе борова округляется, чтобы уменьшать сопротивленіе движенію газовъ при измѣненіи ихъ направленія.

β. *Стержень.* Стержень дымовыхъ трубъ устраивается почти исключительно уступами съ утолщающимися книзу стѣнками. Величина наружнаго откоса стержня трубы колеблется между широкими предѣлами. Если означается (Таб. 23, черт. 7)

черезъ α — уголъ наклоненія наружной поверхности стержня къ вертикали,
„ R_o — радіусъ наружной окружности верхняго сѣченія,
„ R_n — радіусъ наружной окружности нижняго сѣченія,
„ H_o — высота стержня,

то наружный откосъ стержня можно выразить уравненіемъ

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{R_n - R_o}{H_o}$$

Величина наружнаго откоса зависитъ не только отъ внутренняго откоса tgi и толщины стѣнокъ трубы, но и отъ того, приходится ли устраивать самостоятельную футеровку или нѣтъ.

Если футеровки не имѣется или только внутри цоколя, то tgα принимается обыкновенно въ 0,01 – 0,025; чаще всего встрѣчается значеніе tgα отъ 0,016—0,02. Если въ трубѣ устроена футеровка, доходящая до половины высоты или еще выше, то tgα должна быть принимаема больше, а именно среднимъ числомъ въ 0,03. При послѣднемъ значеніи tgα производство кладки стержня не представляетъ еще никакого затрудненія.

Отъ нагрѣванія происходятъ во внутреннихъ поверхностныхъ слояхъ стѣнокъ дымовой трубы сжимающія усилія, и въ наружныхъ — растягивающія. Оба усилія направлены перпендикулярно къ поперечному сѣченію трубы. Растягивающія усилія обнаруживаютъ стремленіе расширять швы кладки стѣнокъ трубы на наружной лицевой поверхности ея. При дымовыхъ трубахъ съ сплошными стѣнками, вслѣдствіе этого, швы могутъ раскрываться, и если, сверхъ того, на трубу дѣйствуютъ еще удары сильнаго вѣтра, то она можетъ опрокидываться. Этимъ объясняется фактъ, что въ окрестности города Аахена, при сильной бурѣ, изъ большого числа равнымъ образомъ устроенныхъ дымовыхъ трубъ почти исключительно однѣ лишь отопленныя опрокинулись, между тѣмъ какъ неотопленныя остались цѣлыми. Кромѣ выше упомянутыхъ вертикальныхъ усилій, дѣйствуютъ еще горизонтальныя силы на отдѣльные ряды кладки стѣнокъ трубы. Эти горизонтальныя силы растутъ кверху, такъ-какъ поперечное сѣченіе стѣнокъ дымовой трубы кверху уменьшается. Въ силу этого и такъ-какъ треніе отдѣльныхъ рядовъ кладки стѣнокъ трубы другъ о друга также уменьшается кверху, опасность растрескиванія дымовой трубы вверху бываетъ больше, чѣмъ внизу.

Въ виду этого, рекомендуется обложить дымовую трубу съ простыми стѣнками желѣзными кольцами изъ полосового желѣза, поставленнаго на ребро, толщиною отъ 10 до 11 mm и шириною отъ 6 до 7 cm. Разстояніе колецъ другъ отъ друга принимается отъ 2 до 5 m; оно зависитъ отъ температуры дымовыхъ газовъ и отъ перевязки кладки стѣнокъ трубы. Чѣмъ шире и крѣпче кирпичи, чѣмъ тщательнѣе произведена перевязка и чѣмъ лучше растворъ, тѣмъ больше можетъ быть разстояніе желѣзныхъ колецъ другъ отъ друга. На верху приходится располагать ихъ ближе другъ отъ друга, чѣмъ внизу, потому что треніе и прилипаніе раствора въ верхнихъ уступахъ трубы съ тонкими стѣнками незначительнѣе, чѣмъ на нижнихъ уступахъ съ болѣе толстыми стѣнками. При большомъ разстояніи приходится располагать желѣзныя кольца въ наиболѣе опасныхъ мѣстахъ стержня, находящихся обыкновенно нѣсколько выше подошвъ уступовъ трубы. Поэтому разстояніе колецъ зависитъ также отъ высоты отдѣльныхъ уступовъ трубы. Располагаютъ или крѣпкія кольца на большемъ разстояніи отъ 4 до 6 m или менѣе крѣпкія на небольшомъ разстояніи отъ $1\frac{1}{2}$ до 3 m. При очень неблагопріятныхъ условіяхъ предпочитаютъ большее число менѣе крѣпкихъ колецъ на разстояніи отъ 1 до 3 m другъ отъ друга. Если дымовая труба уже оказываетъ трещины, то разстояніе лучше примаютъ еще меньше.

Желѣзныя кольца предохраняются отъ скольженія костылями, задѣланными въ кладкѣ трубы и обхватывающими первыя.

Еще лучшими оказались для этой цѣли желѣзныя скобы по чертежу 8 на таб. 23.

Желѣзныя кольца изготовляются при небольшомъ поперечникѣ трубы изъ одного куска, а при широкихъ трубахъ изъ нѣсколькихъ.

Соединеніе концовъ колецъ производится загибаніемъ ихъ и болтами (Таб. 23, черт. 9, 10 и 11). Приходится обратить особенное вниманіе на надлежащее усиленіе загнутыхъ концовъ колецъ.

Болты, въ видѣ стяжныхъ винтовъ, служатъ одновременно для регулированія напряженій въ кольцахъ. Поперечное сѣченіе стяжного винта дѣлается нѣсколько больше поперечнаго сѣченія кольца. На мѣсто болтовъ, для соединенія отдѣльныхъ частей кольца, употребляется съ выгодою упругое цѣпное звено (Таб. 23, черт. 12).

Заложеніе желѣзныхъ колецъ внутри стѣнокъ трубы по многочисленнымъ причинамъ не годится.

Для обыкновенныхъ дымовыхъ трубъ среднихъ размѣровъ изъ хорошихъ кирпичей на известково-цементномъ растворѣ, при температурѣ дымовыхъ газовъ въ 200° и наружнаго воздуха въ — 20°, напряженія, происходящія отъ нагрѣванія трубъ въ наружныхъ и внутреннихъ поверхностныхъ слояхъ кладки стѣнокъ вблизи подошвы стрежня, по приблизительному разсчету профессора

Ланга, составляютъ + 11 kg/cm² (растяженіе), относительно — 16 kg/cm² (сжатіе). При газахъ особо высокой температуры эти напряженія могутъ расти до + 18, относительно — 25 kg/cm², и въ этомъ случаѣ непременно должны уменьшаться футеровкою изъ огнеупорнаго кирпича. Въ верхнихъ частяхъ дымовой трубы напряженія, происходящія отъ нагрѣванія стѣнокъ ея, становятся меньшими соотвѣтственно уменьшенію толщины послѣднихъ.

При дымовыхъ трубахъ съ огнеупорною футеровкою, упомянутыя напряженія въ наружныхъ стѣнкахъ составляютъ + 6, относительно — 9 kg/cm², и еще меньше.

На основаніи только-что сказаннаго, весьма важное значеніе самостоятельной футеровки для дымовыхъ трубъ значительной высоты станетъ яснымъ.

Въ слѣдующемъ должны быть разсматриваемы важнѣйшіе способы устройства дымовыхъ трубъ изъ кирпичной кладки съ самостоятельною футеровкою.

1) Огнеупорная футеровка толщиною въ 9—22 cm состоитъ изъ отдѣльныхъ частей, изъ которыхъ каждая основывается на обрѣзахъ отдѣльныхъ уступовъ наружнаго кожуха трубы, соотвѣтственно уширяющихся свѣшивающимися рядами кладки послѣдняго (патентъ: Кустодисъ) (Таб. 24, черт. 4 и 5).

Такъ-какъ свѣшивающіеся ряды соприкасаются съ горячими дымовыми газами, то они тоже должны состоять изъ огнеупорнаго кирпича. Болѣе, однако, рекомендуется устраивать свѣшивающіеся ряды изъ хорошихъ радіальныхъ или круговыхъ кирпичей на известково-цементномъ растворѣ и защищать ихъ отъ жаркихъ газовъ продолженіемъ огнеупорной футеровки вверхъ (Таб. 24, черт. 6). Для этой цѣли, конечно, необходимо употреблять въ дѣло тонкіе радіальные кирпичи толщиною лишь въ 7 cm. Въ цоколѣ промежутокъ между наружными стѣнками трубъ и футеровкою доходитъ до зольника.

Огнеупорная футеровка, устроенная въ такомъ видѣ, способствуетъ устойчивости дымовой трубы въ двоякомъ отношеніи, т.-е. во первыхъ: собственнымъ своимъ вѣсомъ, и во вторыхъ: защитою кладки отъ напряженій, происходящихъ отъ нагрѣванія.

Во избѣжаніе суженія поперечнаго сѣченія дымовой трубы при переходѣ отъ верхняго уступа къ нижеслѣдующему, первый долженъ имѣть по крайней мѣрѣ высоту, получаемую изъ уравненія

$$h_1 \cdot tg\,\alpha = z'_2 + s'_2.$$

Въ этомъ уравненіи означается черезъ

h_1 — высота верхняго уступа трубы,

$tg\alpha$ — наружный откосъ,

z'_2 — промежутокъ между футеровкою верхняго и ниже слѣдующаго уступа,

s'_2 — толщина футеровки, скрывающей свѣшивающіе ряды; обыкновенно $s'_2 = 7$ cm.

Принимаютъ $z'_2 = 2$ cm, $m\ z'_2 + s'_2 = 9$ cm, такъ-что $h_1 = \frac{0{,}09}{tg\,\alpha}$ въ m.

Если $tg\,\alpha = 0{,}01$, то должна быть $h_1 = 9$ m
„ $= 0{,}015$, „ „ „ „ $= 6$ m
„ $= 0{,}020$, „ „ „ „ $= 4{,}5$ m
„ $= 0{,}025$, „ „ „ „ $= 3{,}6$ m.

Вверху футеровка окладывается желѣзною проволокою x, какъ это показано на чертежѣ 6 таб. 24.

Такъ-какъ ширина промежутка между наружнымъ кожухомъ дымовой трубы и футеровкою ея имѣетъ только незначительное вліяніе на теплопроводность, то оказывается во многихъ отношеніяхъ выгоднымъ, дѣлать этотъ промежутокъ по возможности меньшей ширины, приблизительно въ 2 cm, чѣмъ способствуется и устойчивости футеровки. Не смотря на это, часто встрѣчается ширина промежутка въ 5 cm и больше.

Промежутки между наружными стѣнками трубы и футеровкою отдѣльныхъ уступовъ вверху сообщается съ внутреннимъ пространствомъ дымовой трубы узкими отверстіями, а при нижнемъ уступѣ внизу часто нѣсколькими трубками изъ желѣза съ наружнымъ воздухомъ. Въ послѣднемъ случаѣ отъ втеканія наружнаго воздуха происходитъ охлажденіе промежутка, чѣмъ, конечно, уменьшаются напряженія отъ теплоты въ наружныхъ стѣнкахъ трубы, но одновременно понижается и температура дымовыхъ газовъ въ трубѣ, и, вслѣдствіе этого, ослабляется тяга послѣдней.

Поэтому во многихъ случаяхъ сначала расположенныя въ трубѣ желѣзныя трубки опять затыкали.

Промежутки предохраняются отъ проникания золы загнутыми желѣзными листами a (Таб. 24, черт. 6).

Если промежутокъ между наружною трубою и футеровкою заполняется пескомъ или, еще лучше,

инфузорною землею, то не только потери теплоты въ дымовой трубѣ значительно уменьшаются, но и напряженій отъ теплоты въ кладкѣ наружнаго кожуха убавляется болѣе чѣмъ на половину.

Въ виду этого, указанный способъ устройства дымовыхъ трубъ слѣдуетъ предпочитать всѣмъ остальнымъ способамъ.

При этомъ, однако, приходится обратить вниманіе на то, чтобы упомянутыя вещества находились въ промежуткѣ въ рыхломъ состояніи; иначе, при расширеніи футеровки, сжиманіемъ засыпныхъ веществъ передаются вредныя усилія на кладку наружнаго кожуха.

Уширеніемъ промежутка возможно было бы достигать гораздо меньшихъ потерей теплоты, но при этомъ одновременно увеличился бы и расходъ матеріаловъ для кладки трубы, соотвѣтственно большему поперечнику наружнаго периметра.

Такъ-какъ, сверхъ того, пришлось бы опасаться еще значительной осадки засыпного песка въ промежуткѣ, чѣмъ увеличились бы напряженія въ нижнихъ частяхъ отдѣльныхъ уступовъ дымовой трубы, и далѣе, такъ-какъ обрѣзы уступовъ, служащіе основаніемъ самостоятельной футеровки, имѣютъ только незначительную ширину, то ширина промежутка при дымовыхъ трубахъ только-что описаннаго вида лучше дѣлается не больше 2 cm.

Другія преимущества предлагаемыхъ дымовыхъ трубъ слѣдующія. Огнеупорные или шамотовые кирпичи оказываютъ почти исключительно незначительное сопротивленіе сжатію и выдерживаютъ только небольшую нагрузку. Это обстоятельство въ настоящемъ случаѣ принято въ разсчетъ, такъ-какъ шамотовые кирпичи должны выдерживать только вѣсъ футеровки одного уступа дымовой трубы, а не вѣсъ футеровки всей трубы, какъ при ниже описанномъ способѣ устройства дымовыхъ трубъ съ футеровкою. Кромѣ того, поправки футеровки отдѣльныхъ уступовъ легко можно производить, не трогая при этомъ футеровки остальныхъ уступовъ, что невозможно при дымовыхъ трубахъ, футеровка которыхъ проходитъ по всей ихъ высотѣ.

Относительно кирпичей и раствора, употребляемыхъ для кладки футеровки, замѣтимъ, что, при невысокой температурѣ дымовыхъ газовъ, футеровка можетъ быть устраиваема изъ тѣхъ же самыхъ хорошо обожженныхъ кирпичей, какъ и наружныя стѣнки трубы. Растворъ состоитъ изъ известковаго раствора, смѣшаннаго съ мелассою.

При высокой температурѣ газовъ рекомендуются, какъ растворъ, смѣсь изъ глинянаго раствора и мелассы или растворимаго стекла, и, какъ строительный камень, шамотовый кирпичъ.

2) Огнеупорная футеровка представляетъ самостоятельную трубу внутри дымовой трубы и должна быть устраиваема уступами, при чемъ толщина стѣнокъ уступовъ должна увеличиваться книзу соотвѣтственно высотѣ трубы. Дымовыя трубы такого вида встрѣчаются преимущественно въ Америкѣ. Промежутокъ между футеровкою и наружною трубою обыкновенно остается незаполненнымъ и бываетъ гораздо шире, чѣмъ было указано выше.

Для большей устойчивости, футеровка иногда непосредственно прислоняется къ отдѣльнымъ выступающимъ кирпичамъ кладки наружной трубы, расположеннымъ въ видѣ винтовой линіи. Такая конструкція не вполнѣ удовлетворяетъ строгимъ требованіямъ относительно самостоятельности футеровки и поэтому будетъ оказывать извѣстные уже недостатки, хотя въ меньшей мѣрѣ.

Дымовыя трубы съ совершенно свободно стоящею футеровкою по всей высотѣ ихъ рекомендуется устраивать тогда, если приходится опасаться взрыва дымовыхъ газовъ.

На таблицѣ 22, черт. 190 k — 190 l, и на таблицѣ 23, черт. 3 и 5, показаны дымовыя трубы нѣсколько отклоняющагося вида.

Дымовая труба на таблицѣ 23, черт. 5, состоящая изъ цоколя и стрежня, имѣетъ высоту въ 35 m и верхній поперечникъ въ 1,35 m. Стѣнки стрежня имѣютъ одиноковую толщину въ 30 cm.

Стержень и цоколь снабжены каждый съ самостоятельною огнеупорною футеровкою. Промежутокъ между кладкою цоколя и футеровкою его сообщенъ съ внутреннимъ пространствомъ дымовой трубы, а промежутокъ между кладкою стержня и футеровкою его — съ наружнымъ воздухомъ. Футеровка стержня устроена двумя уступами, стѣнки которыхъ имѣютъ толщину въ 15 cm и 20 cm. Футеровка цоколя имѣетъ также толщину въ 20 cm. Дымовыя трубы такого вида часто устраивались на берлинскихъ газовыхъ заводахъ.

Чертежи 3 и 4 на таблицѣ 23 представляютъ дымовую трубу, употребительную при кольцевыхъ

печахъ Гофмана для обжига кирпичей. Она состоитъ изъ крѣпко устроенной нижней части и изъ стержня со стѣнками обыкновенной толщины. Одна лишь нижняя часть трубы снабжена огнеупорною футеровкою. Для сбереженія матеріала нижняя часть трубы на наружной сторонѣ устроена съ нишами и пилястрами.

На чертежахъ 190 k до 190 o таблицы 22 показана дымовая труба съ самостоятельною огнеупорною футеровкою, оканчивающеюся ниже устья трубы. Эта дымовая труба обладаетъ тѣмъ характеристическимъ свойствомъ, что стѣнки наружнаго кожуха трубы устроены двуслойными, съ значительно уширяющимися книзу промежутками. Для большей устойчивости оба слоя стѣнокъ связаны между собою въ надлежащемъ разстояніи горизонтальными рядами кладки и вертикальными стѣнками. Для свободнаго движенія воздуха въ отдѣльныхъ промежуткахъ, послѣдніе по вертикальному направленію сообщаются отверстіями. Дымовая труба такой конструкціи отличается, конечно, разными преимуществами, но требуетъ, при возведеніи ея, весьма тщательной работы и обходится очень дорого.

Нѣкоторые строители связываютъ огнеупорную футеровку съ кладкою наружной трубы вертикальными стѣнками толщиною въ 10 cm.

Такимъ образомъ увеличивается устойчивость футеровки, такъ-что возможно будетъ, устраивать ее по всей высотѣ равной толщины или, при очень высокихъ дымовыхъ трубахъ, только двумя уступами, какъ это представлено на таб. 24, черт. 1 и 2. Въ послѣднемъ случаѣ толщина нижняго уступа футеровки дѣлается на 5 cm больше толщины верхняго. Ширина промежутка между футеровкою и стѣнками наружной трубы можетъ составлять у каждаго обрѣза 2 cm и увеличивается книзу въ зависимости отъ наружнаго откоса дымовой трубы и отъ толщины стѣнокъ ея. Вверху дымовой трубы кладка стѣнокъ наружной трубы и футеровки плотно связаны, такъ-что независимое расширеніе футеровки невозможно. Въ этомъ заключается весьма значительный недостатокъ указанной дымовой трубы.

Въ настоящее время встрѣчаются нерѣдко дымовыя трубы, вокругъ которыхъ устроенъ резервуаръ для воды (патентъ Инце) (Таб. 24, черт. 3). На наружной сторонѣ такихъ дымовыхъ трубъ расположена желѣзная лѣстница. Внизу резервуара а вокругъ его устроены балкончики, сообщенные между собою желѣзною лѣстницею b.

Для удобной поправки дымовыхъ трубъ задѣлываются въ стѣнкахъ ихъ на внутренней и часто также на наружной поверхности желѣзныя скобы, въ видѣ лѣстницы. При поперечникѣ до 1 m, внутри трубы долженъ быть расположенъ одинъ рядъ лѣстничныхъ скобъ, а при большемъ поперечникѣ — два ряда, т.-е. по одному въ концахъ поперечника.

На наружной поверхности дымовой трубы нуждаются, при поперечникѣ до $2^1/_2$ m, только въ одномъ рядѣ скобъ, а при большей ширинѣ трубы — въ двухъ рядахъ.

Наружныя лѣстничныя скобы располагаются лучше всего на лѣвой сторонѣ громоотвода, для удобной починки послѣдняго.

Разстояніе лѣстничныхъ скобъ зависитъ отъ высоты рядовъ кладки трубы и колеблется между 20 и 30 cm.

При толщинѣ радіальныхъ кирпичей въ 9 cm, рекомендуется разстояніе въ 30 cm при невысокихъ трубахъ, а въ 20 cm — при трубахъ высотою больше 50 m.

При высокихъ дымовыхъ трубахъ располагаютъ, сверхъ того, еще тыльныя скобы, которыя должны предохранять взлѣзающихъ отъ паденія. Эти тыльныя скобы должны имѣть такую ширину, чтобы возможно было удобно прислонять къ нимъ спину. Разстояніе тыльныхъ скобъ дѣлается отъ 0,9 то 1,2 m; внизу трубы допускается разстояніе въ 1,8 m.

Скобы обоихъ видовъ изготовляются обыкновенно изъ круглыхъ желѣзныхъ прутьевъ и загибаются у концовъ на 4 до 8 cm подъ прямымъ угломъ вверхъ или внизъ, для крѣпкой задѣлки ихъ въ кладкѣ трубы. На таблицѣ 23, черт. 13, показана удобная форма лѣстничныхъ скобъ. Эта форма отличается тѣмъ, что она предохраняетъ взлѣзающаго отъ скольженія въ одну или другую сторону. Форма лѣстничныхъ скобъ, показанная на таблицѣ 25, черт. 20—22, оказывается относительно задѣлки въ кладкѣ трубы еще надежнѣе, но обходится дороже, чѣмъ другая.

Рекомендуются для скобъ обоихъ видовъ слѣдующіе размѣры:

толщина лѣстничныхъ скобъ . . . . . = 2,5 cm,
при футеровкѣ . . . . . . = 3 cm,
толщина тыльныхъ скобъ . . . . . . = 2,0 cm,
при футеровкѣ . . . . . . = 2,5 cm

ширина лѣстничныхъ скобъ въ свѣту . = 30 cm,
„ тыльныхъ „ „ „ . = 65 cm,
горизонтальное разстояніе лѣстничныхъ
скобъ отъ поверхности кладки трубы = 15 cm,
горизонтальное разстояніе тыльныхъ
скобъ отъ поверхности кладки трубы = 70 cm.

Заложеннымъ въ кладкѣ концамъ придаютъ проковкою плоскую форму, такъ-что толщина этихъ концовъ не превосходитъ толщины швовъ кладки трубы.

При радіальныхъ кирпичахъ эта толщина должна составлять не больше 8 до 9 mm. Длина заложенной въ кладкѣ части скобъ зависитъ отъ размѣровъ кирпичей; она должна составлять при радіальныхъ кирпичахъ не менѣе 15 cm, а при обыкновенныхъ — не менѣе 12 cm.

Если внутри трубы имѣется футеровка, то скобы дѣлаются гораздо длиннѣе; онѣ должны свободно проходить черезъ футеровку, для чего въ послѣдней должно оставить отверстіе надлежащей ширины (Таб. 24, черт. 6 и 7).

γ. *Капитель*. Капитель дымовыхъ трубъ должна удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ.

1) Форма капители должна быть такая, чтобы неблагопріятно дѣйствующій вѣтеръ не только не могъ препятствовать выдѣленію дымовыхъ газовъ изъ дымовой трубы, но даже долженъ былъ способствовать ему.

2) Капитель должна нагружать верхніе ряды кладки стѣнокъ трубы, и уширеніе ихъ должно давать возможность хорошей перевязки кладки, чтобы предохранять ее отъ растрескиванія вслѣдствіе напряженій отъ теплоты и чтобы уменьшать качаніе дымовой трубы отъ ударовъ вѣтра.

Наиболѣе цѣлесообразная форма капители представлена на чертежѣ 8 на таб. 24. Размѣры этой капители зависятъ отъ величины наружнаго верхняго поперечника D_0 трубы.

Капитель состоитъ изъ доски, поддержанной чашковидно свѣшивающимися рядами кладки и служащей основаніемъ для цилиндрической трубки, толщина стѣнки которой равняется толщинѣ s_1 стѣнки верхняго уступа дымовой трубы.

Рекомендуются слѣдующіе размѣры для показанной капители:

Свѣсъ e доски:

$$e = 0{,}1\ D_0 + 0{,}1.$$

Высота g доски:

$$g = 0{,}8\ e = 0{,}08\ D_0 + 0{,}08.$$

Высота h_r верхней цилиндрической трубки:

$$h_r = 0{,}3\ D_0 + 0{,}1.$$

Для отлива доски капители принимаютъ лучше всего

$$\operatorname{tg} \beta = 1{,}0,$$

но встрѣчаются, смотря по строительнымъ матеріаламъ, еще другія значенія между 0,5 и 1,25. При $\operatorname{tg} \beta = 1$, высота доски капители $h_g = g + e$.

Ширина b доски

$$b = e + s_1,$$

$$h_r + e = 0{,}4\ D_0 + 0{,}2.$$

Рекомендуется, принимать это значеніе также для другихъ значеній угла наклоненія β, такъ-что h_g соотвѣтственно увеличивается, между тѣмъ какъ сумма $h_g + h_r = 0{,}48\ D_0 + 0{,}28$ остается неизмѣнною.

Выступъ n дѣлается отъ 4—7 cm.

Капитель устраивается изъ кирпичей или тесанаго камня, какъ-то: изъ гранита или песчаника съ достаточнымъ сопротивленіемъ вывѣтриванію. Отдѣльныя части капители изъ тесанаго камня соединяются между собою скобами изъ красной мѣди или бронзы. Известнякъ какъ матеріалъ для капители не годится, такъ-какъ онъ скоро разрушается дѣйствіемъ сѣрной кислоты, содержащейся въ дымовыхъ газахъ.

Покрытіе капители желѣзомъ или чугуномъ. Чугунъ предпочитается для этой цѣли желѣзу. Вообще приходится избѣгать чугунныхъ и желѣзныхъ покрытій незначительнаго наклона для капители дымовыхъ трубъ, такъ-какъ на нихъ накопляется сажа и они скоро разрушаются ржавчиною.

Болѣе крутыя конусообразныя покрытія изъ этихъ матеріаловъ бываютъ долговѣчнѣе.

Обыкновенно желѣзная или чугунная плита покрываетъ горизонтальную и вертикальную поверхности цилиндрической насадки и отливъ доски капители однимъ кускомъ или двумя отдѣльными. Часто встрѣчается капитель для дымовыхъ трубъ изъ кирпичной кладки, цѣликомъ изготовленная изъ чугунныхъ профилированныхъ плитъ,

Чугунныя и желѣзныя покрытія по возможности должны быть предохранены отъ ржавѣнія.

Если верхняя цилиндрическая насадка дымовой трубы возведена изъ хорошихъ кирпичей и предохранена скобами отъ растрескиванія, то приходится покрыть одну лишь горизонтальную кольцевидную поверхность этой насадки. Для этой цѣли

слой цементнаго раствора не имѣетъ достаточнаго сопротивленія дѣйствіямъ атмосферныхъ перемѣнъ, дымовыхъ газовъ и т. п.

Плиты изъ хорошаго песчаника оказались прочными и долговѣчными.

Кольца изъ чугуна считаются годными для указанной цѣли. Иногда встрѣчаются также покрытія изъ углового и коробового желѣза. Въ настоящее время изготовляются покрытія также изъ глазурованной глины.

Нѣкоторые строители довольствуются покрытіемъ капители цементомъ или веществами подобнаго вида, получающимися въ настоящее время для указанной цѣли въ торговлѣ; но при всѣхъ этихъ веществахъ приходится опасаться образованія трещинъ, представляющихъ начало совершеннаго разрушенія капители.

e. **Основаніе.** При дымовыхъ трубахъ отъ дѣйствія бури происходятъ у краевъ подошвы фундамента значительныя сжимающія усилія, которыя во всякомъ случаѣ не должны превосходить допускаемую нагрузку грунта. При грунтахъ изъ песка и гравія допускаемая нагрузка составляетъ до 2,5 kg/cm^2 (1 пуд./$дм^2$.). При размягчаемомъ грунтѣ изъ глины и суглинка можетъ допускаться та же самая нагрузка, при чемъ, однако, слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы равнодѣйствующая собственнаго вѣса и давленія вѣтра попадала внутрь ядра подошвы фундамента, такъ-какъ иначе подошва фундамента на навѣтренной сторонѣ подымается отъ грунта, вслѣдствіе чего слѣдуетъ опасаться размягченія послѣдняго.

На основаніи этихъ данныхъ ширина $B_ф$ подошвы фундамента можетъ приниматься $B_ф = \frac{H+H_ф}{8}$, гдѣ $H_ф$ означаетъ высоту фундамента и H — высоту цѣлой трубы надъ поверхностью земли; при этомъ приблизительно $H_ф = {}^1/_8$ H.

При особо широкихъ дымовыхъ трубахъ эти размѣры соотвѣтственно увеличиваются.

Обрѣзы уступовъ фундамента дѣлаются неширокими: при кирпичной кладкѣ шириною въ $^1/_2$ кирпича, а при бутовой кладкѣ въ 15 cm (6″). Прямая линія, соединяющая кромки отдѣльныхъ уступовъ, должна имѣть уклонъ къ горизонту не меньше 60°.

Подъ дномъ трубы толщина фундамента должна составлять не меньше 1,2 до 1,5 m.

Фундаменты изъ известняковъ должны быть расположены въ такомъ разстояніи (0,5 m) отъ струи дымовыхъ газовъ, чтобы невозможно было постепенное обжиганіе и разрушеніе ихъ дѣйствіемъ сѣрнистой кислоты, содержащейся въ дымовыхъ газахъ.

Нижняя часть фундамента состоитъ лучше всего изъ бетонной плиты, толщина $t_ф$ которой дѣлается

$$t_ф \geqq 0{,}5 + 0{,}01\ H,$$

при чемъ въ формулѣ $t_ф$ и H выражены въ m.

Смѣси бетона, смотря по желаемой степени водонепроницаемости, бываютъ слѣдующія:

Ц.: Изв.: П.: Щеб. = 1:0:4:7 до 1:1:4:7,

при чемъ означаютъ: Ц.—цементъ, Изв.—гидравлическую известь, П.—песокъ и Щеб.—щебень.

Если нижняя часть фундамента должна быть устраиваема изъ бутовой кладки, то должны употребляться въ дѣло по возможности большіе камни съ широкими и ровными постелями.

Бетонный слой часто расположенъ между шпунтовыми стѣнами, и, въ случаѣ надобности, для уплотненія грунта подъ нимъ забиваются сваи.

Въ слѣдующихъ исключительныхъ случаяхъ предыдущее правило относительно опредѣленія ширины подошвы фундамента не примѣнимо.

1) Если дымовая труба должна быть устраиваема на скалистомъ грунтѣ, допускаемая нагрузка котораго можетъ быть гораздо больше $2^1/_2$ kg/cm^2, то въ такомъ случаѣ $H_ф$ и $B_ф$ могутъ быть принимаемы меньшими. Это дѣлается также при плотно залегающемъ крупномъ гравіи. Для увеличенія сопротивленія послѣдняго грунта рекомендуются впрыски изъ цемента.

2) Если грунтъ въ большой глубинѣ обладаетъ меньшимъ сопротивленіемъ, чѣмъ въ $2^1/_2$ kg/cm^2, то сухой грунтъ уплотняется утрамбовкою, а при сыромъ грунтѣ забиваютъ крѣпкія сваи, срѣзываютъ ихъ на 0,3 m (1′) подъ уровнемъ низкихъ грунтовыхъ водъ и располагаютъ надъ ними крѣпкій слой бетона. Сваи входятъ въ бетонный слой приблизительно на 15 до 20 cm.

Слой бетона ограждается въ такомъ случаѣ пластинными или шпунтовыми стѣнками.

3) Если уровень грунтовыхъ водъ находится въ высокомъ положеніи, то подошва фундамента трубы располагается по возможности въ небольшомъ разстояніи подъ нимъ. Дно трубы въ свѣту должно находиться по крайней мѣрѣ на 1 m выше

уровня грунтовыхъ водъ и предохраняется отъ подымающейся сырости водонепроницаемыми дурными теплопроводниками. Уступы располагаются въ такомъ случаѣ обыкновенно площе, чѣмъ подъ угломъ въ 60°, почему фундаменту придаютъ необходимое сопротивленіе изгибающимъ усиліямъ, закладывая въ бетонѣ, по возможности ближе къ подошвѣ фундамента (30 cm), двутавровыя балки или желѣзнодорожные рельсы двумя перекрестными рядами.

4) Если надлежащему уширенію подошвы фундамента препятствуется сосѣднею чужою землею, то уширеніе производятъ дальше по свободному направленію и закладываютъ въ фундаментѣ рельсы или двутавровыя балки.

Дымовыя трубы для фабрикъ и заводовъ обыкновенно стоятъ свободно и бываютъ связаны со зданіемъ для паровыхъ котловъ только боровомъ. Боровъ устраивается не раньше, чѣмъ по возведеніи дымовой трубы и также зданія для паровыхъ котловъ. Если, однако, боровъ одновременно устраивается съ дымовою трубою, то онъ соединяется съ послѣднею безъ сцѣпленія, просто въ притыкъ, какъ-какъ иначе, вслѣдствіе неравномѣрной осадки, въ мѣстахъ присоединенія произошли бы трещины.

Такъ-какъ входъ горизонтальнаго подземнаго борова прекращаетъ связь фундаментной кладки дымовой трубы и долженъ быть покрытъ аркою a (Таб. 25, черт. 13 и 14), то части b и c грунта должны выдерживать бо́льшую нагрузку, чѣмъ части d и e. Поэтому, для равномѣрнаго сжатія грунта, располагается арка f равнаго вида напротивъ входа борова. Отверстіе подъ этою аркою, по окончательной осадкѣ трубы, выкладывается кирпичомъ или, если оно должно служить для удаленія сажи и т. д., оно задѣлывается извѣстнымъ образомъ одною или двумя стѣнками при помощи глинянаго раствора.

f. М а т е р і а л ы. Матеріалы, употребляемыя для устройства дымовыхъ трубъ, должны быть наилучшаго качества.

a. Кирпичи. Всѣ кирпичи, идущіе на кладку дымовыхъ трубъ, должны быть изготовлены изъ жирной глины и сильно обожжены. Кирпичи, изготовленные ручнымъ способомъ изъ обыкновенной глины съ значительнымъ содержаніемъ песку, для устройства дымовыхъ трубъ не годны, такъ-какъ они слишкомъ проницаемы для воздуха. Для дымовыхъ трубъ квадратнаго сѣченія употребляются кирпичи обыкновенной формы, для таковыхъ восьмиугольнаго сѣченія — только на углахъ лекальные кирпичи подходящей формы, а для устройства дымовыхъ трубъ круглаго сѣченія, лучше всего,—исключительно только лекальные, такъ-называемые к р у г о в ы е или р а д і а л ь н ы е кирпичи.

Перевязка кладки стѣнокъ дымовыхъ трубъ квадратнаго сѣченія не представляетъ никакого затрудненія. Для перевязки кладки восьмиугольныхъ трубъ показаны примѣры на таблицѣ 17, черт. 151 a и 151 b. Перевязка кладки стѣнокъ круглыхъ трубъ, устроенныхъ частью изъ обыкновенныхъ, частью изъ лекальныхъ кирпичей, представлена на таблицѣ 17, черт. 152 a 152 b, и на таблицѣ 21, черт. 190 c и 190 d.

Изъ этихъ примѣровъ видно, что при кладкѣ круглыхъ трубъ изъ обыкновеннаго кирпича неизбѣжна значительная обтеска его, отчего происходитъ уменьшеніе прочности трубы и излишняя затрата матеріала.

На кирпичныхъ заводахъ фирмы Кустодиса круговые или радіальные кирпичи обыкновенно изготовляются по поперечникамъ въ 1,5, 2, 2,5 и 3 m, при чемъ длина ихъ составляетъ 10, 15, 18, 20, 23, 25, 29 и 30 cm, а наружная ширина 18 — cm, между тѣмъ какъ толщина ихъ дѣлается обыкновенно въ 9 cm. Такимъ образомъ толщина одного ряда кладки составляетъ 10 cm. Кромѣ названныхъ встрѣчаются на другихъ заводахъ еще другіе размѣры.

Радіальные кирпичи изготовляются съ вертикальными пустотами, проходящими сквозь постели ихъ (Таб. 25, черт. 24—27), или безъ пустотъ.

Вѣсъ радіальныхъ кирпичей различенъ, смотря по мѣсту происхожденія. Можно принимать вѣсъ одного куб. метра сплошныхъ радіальныхъ кирпичей въ 1970 до 2160 kg и вѣсъ пустотѣлыхъ въ 1700 до 1780, а вѣсъ одного куб. метра кладки изъ нихъ составляетъ соотвѣтственно отъ 1920 до 2030 и отъ 1830 до 1900 kg. При этомъ предполагается, что, при кладкѣ изъ пустотѣлыхъ кирпичей, растворъ заполняетъ пустоты до $^2/_3$ ихъ длины. Вслѣдствіе послѣдняго обстоятельства расходъ раствора при кладкѣ изъ пустотѣлыхъ

кирпичей бываетъ на 40% больше, чѣмъ при кладкѣ изъ сплошныхъ кирпичей.

Пустотѣлыми кирпичами препятствуется съ одной стороны слишкомъ скорому нагрѣванію и охлажденію кладки дымовой трубы, а съ другой — кирпичи лучше вжимаются въ растворъ, при чемъ послѣдній частью входитъ въ пустоты. Этимъ достигается значительное сопротивленіе кладки горизонтальнымъ срѣзывающимъ усиліямъ. Прежде всего, однако, пустотѣлыми радіальными кирпичами способствуется устойчивости дымовой трубы, не смотря на меньшій вѣсъ ихъ, что ясно будетъ изъ слѣдующаго.

Если дымовая труба подвергается напору вѣтра, то, вслѣдствіе изгибающаго дѣйствія его, происходитъ на одной сторонѣ трубы значительное сжимающее усиліе кладки, а на другой — растягивающее. Соотвѣтственно значительному сжимающему усилію должно быть и сопротивленіе кирпичной кладки сжатію, а, для удачнаго сопротивленія кладки растятивающему усилію, растворъ безусловно долженъ приставать къ кирпичамъ. Послѣднее обстоятельство весьма важно, такъ-какъ сжатіе на одной сторонѣ трубы будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ лучше на другой сторонѣ пристаетъ растворъ къ кирпичамъ; а опыты доказали, что прилипаніе цементнаго раствора въ данномъ случаѣ при кирпичахъ безъ пустотъ составило 1,53 kg/cm², при кирпичахъ же съ пустотами — 4,53 kg/cm², т.-е. въ трое больше.

Для футеровки дымовыхъ трубъ употребляются при невысокихъ температурахъ радіальные кирпичи обыкновеннаго качества, а при болѣе высокихъ температурахъ обыкновенные огнеупорные или шамотовые кирпичи, смотря по высотѣ температуры. Огнеупорные кирпичи изготовляются также рязличныхъ размѣровъ, длиною въ 9, 10, 11—25 cm.

β. *Растворъ.* Въ настоящее время, гдѣ дымовыя трубы возводятся въ теченіе относительно короткаго времени, вообще слѣдуетъ употреблять для кладки ихъ известково-цементный растворъ. Растворъ изъ чистой жирной извести, конечно, достигаетъ въ теченіе продолжительнаго времени того же самаго сопротивленія и даже лучше сопротивляется жару; но при скорости возведенія дымовыхъ трубъ, по слишкомъ медленному отвердѣванію раствора, слѣдуетъ опасаться искривленія ихъ и опрокинутія вслѣдствіе внезапнаго дѣйствія бури. Чѣмъ плотнѣе кирпичи и чѣмъ сильнѣе они обожжены, тѣмъ болѣе рекомендуется примѣсь цемента къ известковому раствору изъ жирной извести, такъ-какъ послѣдній очень дурно пристаетъ къ такимъ кирпичамъ. При растворахъ изъ тощей извести и, еще въ высшей степени, при растворахъ изъ гидравлической извести примѣсь цемента можетъ приниматься меньше.

Общія указанія для состава раствора нельзя давать, но можно сказать слѣдующее.

Подъ известково-цементнымъ растворомъ для устройства дымовыхъ трубъ долженъ подразумѣваться известковый растворъ, продолженіе отвердѣванія котораго соотвѣтственною примѣсью цемента сокращается такъ, чтобы онъ могъ выдерживать при отвердѣваніи на ввздухѣ средней влажности:

через 7 дней не менѣе 30 kg/cm² сжатія и 5 kg/cm² растяженія,

черезъ 28 дней не менѣе 50 kg/cm² сжатія и 7 kg/cm² растяженія,

черезъ 90 дней не менѣе 70 kg/cm² сжатія и 9 kg/cm² растяженія.

Лучше всего, примѣсь состоитъ изъ портландскаго цемента. При тѣстовидпой жирной извести и хорошемъ, чистомъ остроугольномъ пескѣ выше указанныя сопротивленія достигаются слѣдующею смѣсью:

цем.: изв.: пес. = 1:2:6 для верхней части стержня дымовыхъ трубъ и

цем.: изв.: пес. = 1:2½:8 для нижней части стержня.

Чѣмъ болѣе известь обладаетъ гидравлическими свойствами, тѣмъ меньше можетъ быть примѣсь цемента; а чѣмъ меньше годнымъ оказывается песокъ, тѣмъ больше должна быть примѣсь цемента. При капители примѣсь цемента къ жирной извести увеличивается до цем.: изв.: пес. = 1:1:4.

Употреблять въ дѣло чистый цементный растворъ, цем.: пес. = 1:3, не рекомендуется, такъ-какъ плохо сопротивляется жару и дѣйетвію углекислоты въ дымовыхъ газахъ.

Чистый известковый растворъ можетъ служить только для возведенія крѣпкаго цоколя, но и въ такомъ случаѣ известь, изъ которой приготовляется

растворъ, должна быть не жирная, но тощая или гидравлическая.

Для устройства фундамента известковый растворъ изъ жирной извести совершенно не годенъ, и известково-цементный растворъ тѣмъ менѣе, чѣмъ плотнѣе и сырѣе грунтъ. Лучше употребляютъ чистый цементный растворъ съ значительною примѣсью песку (цем.: пес.: = 1:4 до 1:5), который предохраняется отъ дѣйствія горячихъ дымовыхъ газовъ огнеупорною футеровкою. Если идутъ на кладку фундамента плотные и гладкіе кирпичи, то, для лучшаго прилипанія къ нимъ, примѣшиваютъ къ цементному раствору $^1/_2$ до 1 части гидравлической извести, такъ-что получаются смѣси: цем.: изв.: пес. = 1: $^1/_2$:4, относительно 1:1:5 до 6.

Относительно раствора для огнеупорной футеровки указываемъ на главу объ устройствѣ ея.

g. **Правила для проектированія стержней дымовыхъ трубъ.** α. *Толщина стѣнокъ верхняго уступа стержня.* При квадратномъ сѣченіи трубы толщина стѣнокъ верхняго уступа дѣлается въ $^1/_2$ кирпича, но эта толщина достаточна только для дымовыхъ трубъ до высоты въ 27 m или для верхняго уступа столь незначительной высоты, что стѣнки ихъ большею частью уже усилены свѣшивающимися обломами капители. При дымовыхъ трубахъ большей высоты, толщина стѣнокъ верхняго уступа дѣлается въ 1 кирпичъ.

Для восьмиугольнаго поперечнаго сѣченія трубы толщину верхняго уступа принимаютъ также въ $^1/_2$ кирпича, при чемъ эта толщина примѣнима еще для трубъ большей высоты, чѣмъ въ 27 m, такъ-какъ стороны сѣченія меньше. Стѣнки верхняго уструпа невысокихъ дымовыхъ трубъ круглаго поперечнаго сѣченія можно дѣлать толщиною въ 15 cm; при трубахъ большей высоты, чѣмъ въ 15 cm, толщина стѣнокъ верхняго уступа должна быть во всякомъ случаѣ не меньше 18 cm, лучше не меньше 20 cm, но за то можно увеличить высоту отдѣльныхъ уступовъ стержня. При высотѣ дымовыхъ трубъ больше 40 m, толщина стѣнокъ верхняго уступа лучше принимается въ 25 cm. Эта толщина оказывается достаточною также для наивысшихъ дымовыхъ трубъ, если онѣ отводятъ не слишкомъ горячіе дымовые газы. При высокой температурѣ послѣднихъ толщина стѣнокъ увеличивается до 30 или 35 cm.

Если дымовая труба въ послѣдствіи должна возвышаться, то толщина верхняго уступа дѣлается на 5 cm больше, чѣмъ она получается по выше указаннымъ даннымъ.

β. *Толщина стѣнокъ остальныхъ уступовъ.* При квадратныхъ и восьмиугольныхъ дымовыхъ трубахъ толщина стѣнокъ послѣдующихъ уступовъ увеличивается на $^1/_2$ кирпича, а при круглыхъ на 5 cm, при нѣсколькихъ же уступахъ въ 6 cm, если число швовъ въ рядахъ кладки стѣнокъ уступа окажется на одинъ больше, чѣмъ въ смежномъ верхнемъ уступѣ.

γ. *Высота отдѣльныхъ уступовъ.* Высота отдѣльныхъ уступовъ зависитъ отъ увеличенія толщины стѣнокъ, отъ величины внутренняго уклона $\operatorname{tg} i$, отъ давленія вѣтра и наконецъ отъ ширины и высоты дымовой трубы. Вообще приходится предпочитать уступы приблизительно равной высоты, или дѣлаютъ высоту верхняго уступа меньшей высоты. Если футеровка дымовой трубы расположена выше подошвы верхняго уступа, то высота послѣдняго можетъ быть принимаема больше, потому-что въ этомъ случаѣ опасное мѣсто верхняго уступа защищено отъ дѣйствія горячихъ газовъ.

Для приблизительнаго опредѣленія въ экономическомъ отношеніи выгодной высоты h отдѣльныхъ уступовъ можно пользоваться слѣдующею формулою Ланга (см. таб. 23, черт. 7).

$$h = \sim \varphi\,(20\,s_1 + 60\,\Delta s + 2\gamma + 2{,}5\,r_0 + 200\operatorname{tg} i - 0{,}01\,H_0 - 28\,w_n - 5{,}7).$$

Для круглыхъ стержней . . . . $\varphi = 1$
„ восмиугольныхъ стержней . $\varphi = 0{,}97$
„ квадратныхъ „ . $\varphi = 0{,}83$

Если имѣется футеровка по всей высотѣ, то прибавляется еще 10 s_1.

Въ предыдущей формулѣ означается черезъ:
φ — коэффиціентъ поперечнаго сѣченія трубы,
H_0 — высота стержня трубы въ m,
r_0 — радіусъ устья въ m (вписаннаго круга при восьмиугольномъ и квадратномъ сѣченіяхъ),
$r_n = r_0 + H_0 \operatorname{tg} i + \Delta s$ — радіусъ нижняго поперечнаго сѣченія,
$\operatorname{tg} i$ — внутренній уклонъ трубы; если r_n извѣстенъ, то

$$\operatorname{tg} i = \frac{r_n - r_0 - \Delta s}{H},$$

s_1 — толщина стѣнокъ верхняго уступа,
Δs — увеличеніе толщины стѣнокъ уступовъ,
γ — собственный вѣсъ кладки въ t/cbm,

w_n — давленіе вѣтра въ t/m^2,

s_i — толщина футеровки.

Для часто встрѣчающихся дымовыхъ трубъ круглаго сѣченія высотою отъ 20—35 m, гдѣ $\varphi = 1$, $s_i = 0{,}20$, $\Delta s = 0{,}05$, $\gamma = 1{,}7$, $w_n = 0{,}125$, предыдущая формула переходитъ въ

$$h = \sim 2{,}5\ r_0 + 200\ \mathrm{tg}\, i + 1{,}20 - 0{,}01\ H_0$$

Если получается для h число, на которое H_0 не дѣлимо безъ остатка, то уступы дѣлаются различной высоты или H_0 нѣсколько измѣняется или высота h округляется, при чемъ tg i соотвѣтственно измѣняется.

Если, напримѣръ, при кругломъ сѣченіи, $H_0 = 70$ и изъ формулы получается $h = 6{,}75$, то принимаютъ $h = 7$ и увеличиваютъ tg i на $\frac{7 - 6{,}75}{200 \cdot \varphi} = \frac{0{,}25}{200} = 0{,}00125$, такъ-какъ членъ въ скобѣ долженъ равняться

$$200\ \mathrm{tg}\, i + 0{,}25 = 200\ (\mathrm{tg}\, i + \frac{0{,}25}{200}) =$$
$$200\ (\mathrm{tg}\, i + 0{,}00125).$$

Если уступы дѣлаются неравной высоты, то рекомендуется, какъ уже сказано, принимать высоту верхняго уступа меньше, чѣмъ высоту остальныхъ уступовъ, а послѣдніе одинаковой высоты. Если увеличеніе толщины стѣнокъ уступовъ составляетъ 5 cm, то высота h уступовъ принимается въ среднемъ отъ 4,5 до 5,5 m; но если указанное увеличеніе составляетъ ½ кирпича, то — отъ 6 до 7 m.

При опредѣленіи высоты уступовъ слѣдуетъ еще обратить вниманіе на то, что она зависитъ также отъ высоты рядовъ кладки, которая, напримѣръ, при радіальныхъ кирпичахъ толщиною въ 9 cm составляетъ 10 cm.

h. Производство кладки дымовыхъ трубъ. Ряды кладки дымовыхъ трубъ бываютъ почти всегда горизонтальны, и только очень рѣдко, при значительномъ наружномъ откосѣ, ряды располагаются съ уклономъ перпендикулярно къ наружному откосу трубы.

При возведеніи кладки дымовыхъ трубъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что на сторонѣ трубы, обращенной къ высушивающимъ вѣтрамъ и солнцу, растворъ скорѣе отвердѣваетъ, чѣмъ на другой сторонѣ. Вслѣдствіе этого обстоятельства дымовая труба выходитъ изъ вертикальнаго положенія. Кромѣ того, приходится имѣть въ виду еще личныя свойства каменщиковъ при производствѣ кладки. Вліяніе этихъ свойствъ на качество кладки уничтожается, если часто перемѣнять мѣсто каменьщиковъ.

Дымовыя трубы, у которыхъ поперечникъ меньше 0,60 m, возводятся до высоты отъ 15 до 18 m при помощи обыкновенныхъ лѣсовъ; а при трубахъ всякой высоты, съ поперечникомъ, не меньшимъ 0,60 m, изнутри и безъ наружныхъ лѣсовъ.

Откосъ стѣнокъ дымовыхъ трубъ повѣряется шаблономъ длиною отъ 2 до 2,5 m съ отвѣсомъ или уровнемъ. Послѣдній оказывается полезнымъ особенно при бурной погодѣ. На доскѣ отмѣчена также высота отдѣльныхъ рядовъ кладки (Таб. 25, черт. 20).

На днѣ трубы долженъ быть расположенъ неподвижно укрѣпленный деревянный крестъ, на которомъ отмѣченъ центръ поперечнаго сѣченія трубы. Это необходимо, чтобы при помощи отвѣса, для повѣрки правильности кладки, получать центръ на мѣстѣ работы.

Другой шаблонъ состоитъ изъ усѣченнаго конуса, коническая поверхность котораго имѣетъ тотъ же уклонъ, какъ и стѣнки дымовой трубы (Таб. 25, черт. 17 и 18). Усѣченный конусъ, точно по оси, просверливается и, при помощи трехъ боковыхъ подпорокъ въ уже готовой части трубы, укрѣпляется въ обратномъ положеніи такъ, чтобы отвѣсъ, проходящій сквозь просверленную дыру, попадалъ прямо на центръ поперечнаго сѣченія трубы, отмѣченный на днѣ ея. Подпорки упираются въ три свѣшивающихся кирпича. На конической поверхности шаблона вбиты желѣзные штифты, показывающіе толщину отдѣльныхъ рядовъ кладки стѣнокъ трубы и служащіе одновременно опорою для желѣзнаго кольца (Таб. 25, черт. 19). Къ этому кольцу прикрѣпленъ горизонтальный деревянный брусокъ, показывающій радіальное положеніе вертикальныхъ швовъ, между тѣмъ какъ конецъ а его показываетъ наружное ограниченіе стѣнокъ трубы. При возвышеніи положенія усѣченнаго конуса слѣдуетъ соотвѣтственно сократить упомянутый брусокъ.

Другой весьма простой способъ повѣрки правильности наружнаго откоса дымовой трубы слѣдующій:

Четыре вертикальныхъ установленныхъ правила а при помощи желѣзныхъ скобокъ прикрѣпляются снаружи къ свѣжей кладкѣ трубы такъ, чтобы они выступали за кладку на 1½ m (5′) (Таб. 25, черт. 15 и 16). У верхняго конца по два противоположныхъ

правила соединяются между собою перекрестными распорками b, концы которыхъ имѣютъ вилкообразную форму, чтобы онѣ могли обхатывать правила. Кромѣ того, распорки, въ мѣстахъ, прежде назначенныхъ соотвѣтственно высотамъ мѣстъ работы, снабжены боковыми дырами, такъ-что правила помощью просунутыхъ штифтовъ крѣпко могутъ соединяться съ распорками. Въ точкѣ пересѣченія осей распорокъ укрѣпляется отвѣсъ c, доходящій прямо до центра поперечнаго сѣченія трубы, отмѣченнаго на днѣ послѣдней. Около упомянутой точки пересѣченія распорокъ вращается другой крестъ изъ деревянныхъ брусковъ d, расположенный непосредствввно надъ распорками. Къ концамъ подвижного креста прикрѣпляются четыре шнурка, которые натягиваются гирькою. При помощи этихъ натянутыхъ шнурковъ возможно, въ каждомъ мѣстѣ точно опредѣлить круглую форму трубы и паружный уклонъ стѣнокъ ея. Само собою разумѣется, что и при этомъ способѣ повѣрки кладки трубы длина вѣтвей подвижного креста должны сокращаться, соотвѣтственно утоненію трубы кверху.

На таблицѣ 25, черт. 1—8, 1a—8a— и 1 b —8b, представленъ примѣръ для образованія правильной перевязки кладки стѣнокъ дымовой трубы изъ радіальныхъ кирпичей, который будетъ понятенъ безъ подробнаго объясненія и можетъ служить образцомъ въ подобныхъ случаяхъ.

Подмостки внутри дымовой трубы устраиваются, на разстояніи въ 1,25 m (4′) другъ отъ друга, изъ двухъ желѣзныхъ брусковъ a (Таб. 25, черт. 10 и 11), удаляемыхъ по окончаніи работы; на нихъ настилаются доски b.

Для доставки матеріаловъ снаружи до мѣста работы укрѣпляется внутри лѣстничныхъ скобъ кранъ (Таб. 25, черт. 10 до 12). Этотъ способъ доставки матеріаловъ не можетъ рекомендоваться, такъ-какъ при этомъ свѣжая, еще не отвердѣвшая кладка должна выдерживать одностороннюю нагрузку, чѣмъ растворъ на нагруженной сторонѣ болѣе сжимается, чѣмъ на другой. Вслѣдствіе этого, дымовая труба могла бы отклониться отъ вертикальнаго положенія; кромѣ того, наружная поверхность трубы замарывается, а чистка ея при помощи висячихъ подмостковъ затруднительна. Указанный способъ доставки матеріаловъ оправдывается только въ такомъ случаѣ, если кранъ можетъ прикрѣпляться къ подмосткамъ, устроеннымъ совершенно независимо отъ кладки дымовой трубы.

Лучше доставляются матеріалы до мѣста работы изнутри при помощи ворота b и блока c, прикрѣпленнаго къ козламъ a.

Производство кладки дымовыхъ трубъ должно прекращаться нѣсколько недѣль до наступленія мороза.

Каждая дымовая труба должна быть снабжена громоотводомъ, съ которымъ соединены паровые котлы, находящіеся вблизи трубы, и другія желѣзныя части значительной массы.

При широкихъ дымовыхъ трубахъ одинъ боковой пріемный стержень громоотвода не доставляетъ достаточной защиты, и оказывается необходимымъ, располагать въ такомъ случаѣ нѣсколько пріемныхъ стержней у периметра верхняго устья дымовой трубы.

i. Приведеніе наклонныхъ дымовыхъ трубъ въ вертикальное положеніе. Приведеніе наклонныхъ дымовыхъ трубъ въ вертикальное положеніе можетъ производиться трояким образомъ: постепеннымъ удаленіемъ грунта подъ подошвою фундамента на сторонѣ, противоположной наклону трубы; выпилкою слоевъ изъ кирпичной кладки или изъ раствора постельныхъ швовъ на сторонѣ выгиба трубы, и, наконецъ, выломкою отдѣльныхъ рядовъ кирпичной кладки и замѣною ихъ однимъ или нѣсколькими рядами кладки меньшей высоты.

1) **Удаленіе грунта подъ подошвою фундамента трубы.** Прежде всего устраняется земля вокругъ фундамента трубы, и затѣмъ высверливаются при помощи длиннаго бура горизонтальныя и радіальныя скважины, расположенныя, смотря по надобности, на большемъ или меньшемъ разстояніи другъ отъ друга.

2) **Выпилка слоевъ изъ кирпичной кладки** или, что чаще встрѣчается, изъ раствора постельныхъ швовъ на сторонѣ выгиба трубы производится тогда, если кирпичи не слишкомъ тверды и растворъ еще не вполнѣ отвердѣлъ. Въ такомъ случаѣ проламывается въ стѣнкѣ дымовой трубы отверстіе такой величины, чтобы возможно было просовывать пилу черезъ него. Съ этого отверстія, равномѣрно налѣво и направо, пилою дѣлаются вырѣзки на различной высотѣ и въ такомъ числѣ, пока дымовая труба постепенно не приведена въ вертикальное положеніе.

3) **Выломка отдѣльныхъ рядовъ кирпичной кладки дымовой трубы** и замѣна ихъ однимъ или

нѣсколькими рядами кладки меньшей высоты оказывается цѣлесообразною тогда, если растворъ уже вполнѣ отвердѣлъ и кирпичи очень тверды. Выломка отдѣльныхъ рядовъ кладки производится по частямъ, а выломанные кирпичи замѣняются таковыми меньшей толщины. Толщина нововставленнаго ряда должна уменьшаться отъ середины налѣво и направо. Постепенное приведеніе дымовой трубы въ вертикальное положеніе слѣдуетъ тщательно повѣрять при помощи вставленныхъ деревянныхъ клиньевъ.

k. Желѣзныя дымовыя трубы. Для небольшихъ и временныхъ нагрѣвательныхъ приборовъ рекомендуется устраивать дымовыя трубы изъ листового желѣза, отличающіяся своею дешевизною и удобствомъ установки (Таб. 26, черт. 190 p — 190 t). Цоколь состоитъ обыкновенно изъ кирпичной кладки и имѣетъ въ планѣ квадратную формъ; внутри онъ снабжается огнеупорною футеровкою толщиною въ 1/2 кирпича. Желѣзнымъ стѣнкамъ стержня даютъ толщину въ 5 mm.

Стержень свинчивается посредствомъ закраинъ и болтовъ съ чугуннымъ башмакомъ, связаннымъ съ цоколемъ 4 анкерными болтами.

На верхній конецъ стержня надѣвается чугунный карнизъ.

B. Арки.

а. **Общія замѣчанія.** Аркою называется особенная система клинчатыхъ камней, служащая для перекрытія отверстій въ стѣнахъ и показывающая снизу криволинейную поверхность. Если арка ограничена снизу горизонтальною плоскостью, то она называется перемычкою.

Арки передаютъ своей собственный вѣсъ и нагрузку, находящуюся надъ ними, на кладку, ограничивающую отверстіе сбоку, которое онѣ перекрываютъ.

б. **Раздѣленіе арокъ по ихъ назначенію.** Смотря по ихъ назначенію, арки различаются слѣдующія.

Подпружныя арки, перекрывающія большія отверстія во внутреннихъ стѣнахъ, которыя сообщаютъ смѣжныя помѣщенія и соединяютъ ихъ въ одно цѣлое. Подпружныя арки обыкновенно служатъ опорами плоскихъ цилиндрическихъ или парусныхъ и др. сводовъ, представляющихъ потолокъ отдѣльныхъ помѣщеній, и часто еще поддерживаютъ стѣны, находящіяся надъ ними.

Оконныя и дверныя арки или перемычки, служащія для перекрытія оконныхъ и древныхъ отверстій въ стѣнахъ.

Разгрузныя арки, принимающія на себя нагрузку подъ ними лежащихъ перемычекъ, состоящую обыкновенно изъ собственнаго вѣса стѣны вмѣстѣ съ ея нагрузкою.

Арки, перекрывающія ниши въ стѣнахъ. Такія арки образуютъ части стѣнъ, но не занимаютъ всю толщину ихъ. Онѣ устраиваются для украшенія помѣщеній или для сбереженія матеріала.

Обратныя арки, служащія разгрузными арками въ фундаментныхъ стѣнахъ зданій. О нихъ уже раньше было говорено.

Арки, опоры которыхъ не находятся въ одномъ уровнѣ, называются ползучими арками.

Небольшія отверстія въ стѣнѣ можно перекрывать при помощи спускныхъ рядовъ горизонтальной кирпичной кладки. При этомъ разстояніе между послѣдовательными рядами постепенно уменьшается. Наконецъ перекрываютъ достаточно уменьшенное отверстіе однимъ камнемъ или кирпичомъ. Выступающая внутрь отверстія часть кирпича составляетъ обыкновенно не болѣе четверти кирпича (Таб. 27, черт. 191). Если при примѣненіи этого способа перекрытія отверстій употребляются тесаные камни, то выступающая часть зависитъ отъ высоты ихъ и отчасти также отъ длины части камней задѣланной въ кладкѣ стѣны.

Если отверстіе перекрывается только однимъ тесанымъ камнемъ, то высота послѣдняго должна составлять не менѣе 1/4 до 1/5 его свободной длины.

Для перекрытія отверстій большихъ размѣровъ арками, необходимо употреблять камни или кирпичи клинчатаго вида, такъ-называемые клинья.

Если арки устраиваются изъ кирпичной кладки, то форма кирпичей иногда можетъ оставляться неизмѣнною, но за то придаютъ швамъ клинчатую форму.

Кладку арокъ производятъ, накладывая одинъ клинъ на другой такъ, чтобы щеки этихъ клиньевъ соприкасались, а лицевыя стороны обращены были внутрь перекрываемаго отверстія (Таб. 27, черт. 192А). Лицевая и тыльная стороны клиньевъ образуютъ при этомъ поверхности опредѣленнаго вида. Если кладка такимъ образомъ производится равномѣрно съ обѣихъ опоръ, то разстояніе между клиньями постепенно уменьшится до того, чтобы

возможно было замкнуть кладку арки только еще однимъ камнемъ.

На чертежѣ 192 B на таб. 27 показана арка изъ кирпичной кладки. Давлдніе, происходящее отъ собственнаго вѣса арки и ея нагрузки, передается въ наклонномъ направленіи отъ одного клина на другой и наконецъ на опоры (Таб. 27, черт. 193). Это наклонное давленіе W можно вообразить себѣ разложеннымъ по двумъ направленіямъ, а именно, по вертикальному и горизонтальному. Составляющяа H по послѣднему направленію представляетъ распоръ свода, показывающій стремленіе, опрокидывать или отодвигать съ мѣста опоры; поэтому приходится придавать имъ нужную устойчивость, такъ-какъ иначе опоры раздадутся и разстояніе между ними можетъ увеличиться на столько, что кладка арки уже болѣе не можетъ держаться въ своемъ положеніи и обрушивается.

Для того, чтобы опоры удачно могли сопротивляться распору W, онѣ должны имѣть надлежащую толщину, или надъ ними должна находиться бóльшая или меньшая нагрузка, дозволяющая соотвѣтственно уменьшить толщину ихъ. Размѣры арокъ и опоръ можно опредѣлить разсчетомъ, но на практикѣ будетъ достаточно пользоваться для этой цѣли, по крайней мѣрѣ для обыкновенныхъ случаевъ, опытными данными.

в. Составныя части арокъ и ихъ названія. Составныя части арокъ и сводовъ носятъ одинаковыя названія, потому что сводъ можетъ быть разсматриваемъ какъ арка большей глубины (Таб. 27, черт. 192 A и B).

Опорами или опорными стѣнами называются стѣны, въ которыя упирается арка или сводъ и на которыя передаются какъ вертикальное давленіе, такъ и горизонтальный распоръ арки или свода.

Пятами арки или свода называются поверхности опоръ, подготовленныя для принятія арки или свода.

Началами арки или свода называется нижняя поверхность первыхъ изъ клиньевъ m и m, составляющихъ арку. Арка или сводъ началами упирается въ пяты.

Клиньями арки или свода называются клинчатые камни, составляющіе арку или сводъ, а пятовыми клиньями камни m, m, лежащіе непосредственно на опорахъ, между тѣмъ какъ верхній камень n носитъ названіе замка или ключа арки или свода.

Наружная или внѣшняя выпуклость или поверхность представляетъ поверхность, органичивающую кладку арки или свода сверху.

Внутренняя поверхность, называемая также внутреннимъ изгибомъ, представляетъ поверхность, органичивающую кладку арки или свода снизу.

Щекою называется лицевая сторона арки a c f e d b.

Направляющею или дугою арки называется кривая b d e, производящая своимъ движеніемъ внутреннюю поверхность арки или свода.

Осью арки называется линія l l, по которой двигается центральная точка направляющей.

Вершиною d называется верхняя точка направляющей, а верхнею линіею d d линія, полученная движеніемъ вершины d.

Шириною, отверстіемъ, пролетомъ или просвѣтомъ арки или свода называется разстояніе между пятовыми точками b и e.

Высотою, подъемомъ или стрѣлкою называется разстояніе вершины d отъ середины l горизонтальной линіи b e, проходящей черезъ начала арки или свода.

Сопрягающими линіями арки или свода называются прямыя, которыя направлены перпендикулярно къ направляющей арки или свода и видны на щековой поверхности арки.

Еслибы сопрягающія линіи двигались вмѣстѣ съ направляющею арки, то ихъ слѣды образовали бы тѣ плоскости, по которымъ соприкасаются клинья арки или свода и которыя называются сопрягающими плоскостями или поверхностями арки или свода. Эти сопрягающія плоскости или поверхности раздѣляютъ арку или сводъ на ряды, болѣе или менѣе наклонные къ горизонту.

Эти ряды составляются отдѣльными клиньями и называются рядами клиньевъ. Различаютъ замковый рядъ, называемый также шелыгою, и начальные и пятовые ряды арки или свода.

Пазухою свода называется пространство между внѣшнею выпуклостью свода и продолженіемъ опорныхъ стѣнъ выше пятъ.

Толщиною арки или свода называютъ измѣренія по направленію сопрягающихъ линій, а глубиною измѣреніе по направленію оси.

г. Формы арокъ. По формѣ направляющей кривой различаются слѣдующія арки.

1) **Прямолинейныя арки** или **перемычки** (Таб. 27, черт. 194).

2) **Плоскія** или **лучковыя арки** (Таб. 27, черт. 195), направляющая которыхъ представляетъ часть круга, подъемъ которой не долженъ быть больше четверти отверстія. Большею частью подъемъ составляетъ отъ 1/7 до 1/10 отверстія арки, и весьма употребительна бываетъ арка, при которой радіусъ направляющей равняется отверстію.

3) **Полукруглыя, полныя** или **полуциркульныя арки** (Таб. 27, черт. 196), направляющая которыхъ представляетъ полукругъ.

4) **Сжатыя** или **пониженныя арки.** Направляющая таковыхъ арокъ представляетъ полуэллипсъ или обыкновенно трехцентровую кривую. Въ первомъ случаѣ получается эллиптическая арка, а во второмъ коробовая арка (Таб. 27, черт. 197).

5) **Готическія** или **стрѣльчатыя арки** (Таб. 27, черт. 198 a b c), состоящія изъ двухъ взаимно подпирающихся плоскихъ арокъ, центры которыхъ или совпадаютъ съ пятовыми точками, или находятся внѣ или внутри отверстія арки.

6) **Возвышенныя арки.** Такія арки имѣютъ подъемъ больше половины отверстія, и ихъ направляющая можетъ быть полукругъ, полуэллипсъ или коробовая кривая. Кромѣ только-что названныхъ формъ арокъ, имѣются еще другія, которыя для нашихъ цѣлей не важны.

7) **Ползучія арки.** Построеніе ползучихъ арокъ можно производить по способамъ, которые показаны на чертежахъ 199 a до 201 b на таб. 27, и будутъ безъ дальнѣйшаго объясненія понятны изъ чертежей.

д. Толщина арокъ. Толщина арокъ зависитъ преимущественно отъ ихъ отверстія, стрѣлы и нагрузки, а сверхъ того еще отъ того, подвергаются-ли онѣ сотрясеніямъ или нѣтъ. Если кладка стѣны надъ аркою произведена въ перевязку, то нагрузка, представляемая вѣсомъ кладки, бываетъ очень небольшая. Толщина значительно нагруженныхъ арокъ и такихъ съ большимъ отверстіемъ непремѣнно должна опредѣлиться разсчетомъ, между тѣмъ какъ для обыкновенныхъ случаевъ, встрѣчающихся въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ, можно держаться слѣдующихъ данныхъ, при чемъ предполагается, что кладка арокъ производится изъ кирпичей.

Толщина ключа.

Отверстіе	Стрѣльчатая а.	Полукруглая а.	Плоская а.
до 6′	1/2 кирп.	1 кирп.	1—1 1/2 кирп.
6′—11′	1 „	1 1/2 „	1 1/2—2 „
11′—20′	1 1/2 „	2 „	2—2 1/2 „

Аркамъ большаго отверстія придаютъ, смотря по нагрузкѣ, въ средней части толщину въ 1/12 до 1/15 отверстія, и увеличиваютъ ее до пятъ. Для опредѣленія толщины арокъ изъ другихъ матеріаловъ можно пользоваться выше приведенными данными для отношенія толщины стѣнъ изъ кирпичей къ толщинѣ стѣнъ изъ другихъ матеріаловъ. Толщина перемычекъ должна быть столь велика, чтобы возможно было вписывать въ нихъ плоскую арку, толщина которой соотвѣтствуетъ величинѣ пролета перемычекъ. Отверстіе перемычки не должно превосходить 6 1/2′; иначе слѣдуетъ устроить надъ нею разгрузную арку.

е. Толщина опоръ. Толщина опоръ зависитъ отъ формы арки, нагрузки ея, высоты пятъ надъ поверхностью земли, нагрузки опоръ и главнымъ образомъ отъ отверстія арки. Плоскія арки требуютъ большей толщины опоръ, чѣмъ крутыя. Толщина опоръ находится въ прямомъ отношеніи ко всѣмъ условіямъ, за исключеніемъ нагрузки ихъ, такъ какъ толщина опоръ можетъ быть тѣмъ меньше, чѣмъ больше ихъ нагрузка.

По опыту оказывается достаточною толщина опоръ:

для стрѣльчатыхъ арокъ 1/5 отверстія,
„ полукруглыхъ „ 1/4 „
„ плоскихъ „ 1/3 „
„ перемычекъ „ 2/3 „

ж. Устройство арокъ изъ кирпичей. При кладкѣ арокъ различаютъ сопрягающіе швы, заключенные двумя смежными рядами клиньевъ, и нормальные швы или стыки, отдѣляющіе отдѣльные клинья каждаго ряда другъ отъ друга.

При устройствѣ арокъ слѣдуетъ держаться слѣдующихъ правилъ.

1) Всѣ сопрягающіе швы должны быть направлены перпендикулярно къ внутренней поверхности арки.

2) Всѣ сопрягающіе швы должны проходить

черезъ всю толщину арки. Они представляютъ на щекѣ арки центральныя линіи, такъ-называемыя сопрягающія линіи, а на внутренней поверхности линіи, которыя направлены параллельно къ оси арки.

3) Всѣ нормальные швы въ двухъ смежныхъ рядахъ должны быть сдвинуты другъ относительно друга не менѣе четверти кирпича.

Изъ этого ясно, что, для достиженія правильной перевязки, кладка арокъ должна быть составлена не менѣе чѣмъ двумя различными рядами.

4) Въ вершинѣ арки всегда долженъ находиться замковый рядъ.

Поэтому каждая арка составляется нечетнымъ числомъ рядовъ, и въ обѣихъ половинахъ ея находится равное число рядовъ.

Кладка арокъ производится изъ клинчатыхъ кирпичей со швами равной толщины (Таб. 28, черт. 202 a) или клинчатаго вида (Таб. 28, черт. 202 b), или изъ кирпичей обыкновенной формы съ клиновидными швами (Таб. 28, черт. 202 c), или изъ мѣняющихся рядовъ кирпичей клинчатаго или обыкновеннаго вида и съ клиновидными швами (Таб. 28, черт. 202 d).

Клиновидные кирпичи получаются по особому заказу на кирпичныхъ заводахъ или притескою обыкновенныхъ кирпичей на мѣстѣ постройки. Такъ-какъ притескою сильно обожженный поверхностный слой кирпича разрушается и вся внутренняя связь ея потрясается, то приходится по возможности ограничивать употребленіе притесанныхъ кирпичей на кладку арокъ.

Притесанный клиновидный кирпичъ долженъ имѣть въ тонкомъ концѣ толщину не меньше $^2/_3$ толщины кирпича, между тѣмъ какъ толщина сопрягающаго шва на наружной поверхности арки не должна превосходить опредѣленной мѣры, а именно дѣлаютъ ее не больше $^3/_4$″, а толщину шва на внутренней поверхности арки не меньше $^3/_{16}$″.

На основаніи этихъ предѣловъ можно опредѣлять наименьшій радіусъ арки, которая еще можетъ устраиваться въ перевязку.

Если радіусъ направляющей арки очень малъ, такъ-что превосходятся вышеприведенные предѣлы толщины швовъ, то арка лучше составляется изъ двухъ или болѣе концентрическихъ колецъ, толщиною въ $^1/_2$ кирпича или въ 1 кирпичъ, выводимыхъ одновременно, но совершенно независимо другъ отъ друга (Таб. 28, черт. 203, 204 и 205). Въ этомъ случаѣ рекомендуется дать всѣмъ кольцамъ то же самое число кирпичей, такъ что опоры отдѣльныхъ колецъ находятся на различной высотѣ (Таб. 28, черт. 204 и 205). При всѣхъ аркахъ кладка начинается симметрически къ замку съ обѣихъ пятъ.

Перемычки. Перемычки встрѣчаются двухъ видовъ, а именно съ дугообразною (Таб. 28, черт. 206) и прямолинейною наружною поверхностью (черт. 207). Производство кладки перемычекъ перваго вида удобнѣе, если только толщина ихъ не становится слишкомъ великою.

Перемычка можетъ выдерживать ту же самую нагрузку, какъ плоская арка, вчерченная въ нее. По направляющей послѣдней арки опредѣляется и толщина перемычки, которая рѣдко дѣлается больше полутора кирпичей, такъ-какъ отверстіе перемычки не должно превышать $6^1/_2$′. Эта вчерченная арка можетъ служить также для опредѣленія направленій сопрягающихъ швовъ.

Вообще радіусъ дуги, по которой опредѣляется направленіе сопрягающихъ швовъ, долженъ быть не больше двойного отверстія, иначе кирпичи, около замка перемычки, становятся слишкомъ мало клинообразными. Другой способъ опредѣленія направленій рядовъ кладки перемычки состоитъ въ томъ, что придаютъ первому кирпичу на обѣихъ опорахъ столь наклонное положеніе, чтобы противоположныя діагональныя точки a и b пришлись на одну вертикальную линію (Таб. 28, черт. 208); точка пересѣченія продолженій длинныхъ сторонъ кирпичей на опорахъ опредѣляетъ направленіе остальныхъ сопрягающихъ швовъ. Для первыхъ кирпичей перемычки на опорахъ остается площадь шириною приблизительно отъ 2″ до $2^1/_2$″. Перемычки устраиваются на доскѣ, заостренные концы которой входятъ въ швы кладки опоръ на 3″ (Таб. 28, черт. 209). Снизу доска подпирается стойкою, вверху которой располагаются клинья, служащіе для возвышенія середины перемычки на 1″ до $1^1/_2$″. Это возвышеніе оказывается желательнымъ для нормальной осадки послѣдней. Для этой цѣли можно также придавать доскѣ соотвѣтственную форму, такъ-что клинья дѣлаются излишними. Кладка перемычекъ производится клинообразными кирпичами и швами.

Такъ-какъ перемычки представляютъ довольно непрочное перекрытіе отверстій, то въ настоящее время онѣ часто совсѣмъ замѣняются желѣзными балками или, по крайней мѣрѣ, поддерживаются послѣдними. Если на лицевой сторонѣ стѣны не-

премѣнно требуется прямолинейное верхнее ограниченіе отверстій, то наружную часть перекрытія отверстій можно устраивать какъ перемычку, а внутреннюю въ видѣ плоской арки (Таб. 29, черт. 210), при чемъ кладка обѣихъ арокъ производится въ перевязку.

Плоская или лучковая арка (Таб. 29, черт. 211). Эта арка имѣетъ наклонныя пяты, подготовляемыя при возведеніи стѣнъ.

Сжатыя или пониженныя арки (Таб. 29, черт. 112). Такія арки имѣютъ горизонтальныя пяты и обыкновенно устраиваются о трехъ центрахъ, которые опредѣляютъ направленіе сопрягающихъ швовъ. Сжатыя арки преимущественно примѣняются для перекрытія большихъ отверстій, потому что онѣ при равномъ отверстіи обладаютъ меньшею стрѣлкою, чѣмъ полукруглія арки, хотя ихъ сопротивленіе меньше. Стрѣлы дѣлаются обыкновенно не меньше $1/4$ пролета.

Полукруглыя арки имѣютъ горизонтальныя пяты, такъ-какъ онѣ упираются въ рядъ кладки опоръ (Таб. 29, черт. 213—215). Если приходится перекрыть полукруглыми арками два отверстія въ стѣнѣ, отдѣленныя другъ отъ друга только тонкимъ столбомъ, то наружныя поверхности обѣихъ арокъ встрѣчаются уже выше горизонтальныхъ пять послѣднихъ. Въ такомъ случаѣ устраиваютъ опоры, впуская въ отверстія арокъ нѣсколько рядовъ кладки столба, притесанныхъ соотвѣтственно внутренней поверхности арокъ. При этомъ уголъ, образуемый началомъ арокъ съ горизонталью, не долженъ быть больше 30° (Таб. 29, черт. 216).

При такихъ выпускныхъ пятахъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы площадь между линіями пересѣченія наружныхъ поверхностей арокъ съ горизонтальною кладкою сдѣлалась по возможности большою, особенно тогда, если надъ столбомъ возводится значительная масса кладки стѣны; иначе легко могутъ происходить отъ давленія послѣдней вредныя трещины въ верхней стѣнѣ и даже въ самой аркѣ.

Иногда выпускныя пяты изъ горизонтальной кирпичной кладки замѣняются тесанымъ камнемъ надлежащей формы. Точно такъ же поступаютъ, если четыре арки или большее число арокъ, какъ это напр. встрѣчается при подпружныхъ аркахъ, упираются въ тонкій столбъ.

Стрѣльчатыя арки. Различаютъ три вида стрѣльчатыхъ арокъ: равностороннюю, при которой центры дугъ совпадаютъ съ пятовыми точками (Таб. 27, черт. 198a), возвышенную, при которой центры находятся внѣ отверстія арки (Таб. 27, черт. 198 b), и пониженную, при которой центры лежатъ внутри отверстія арки (Таб. 27, черт. 198 c). Пяты стрѣльчатыхъ арокъ имѣютъ горизонтальное положеніе, между тѣмъ какъ продолженія сопрягающихъ линій должны сходиться въ соотвѣтственныхъ центрахъ дугъ, изъ которыхъ составлена направляющая арки. Только при кладкѣ вблизи замка иногда отклоняются отъ этого правила. Замокъ устраиваютъ при помощи тесаныхъ камней особой формы (Таб. 29, черт. 217 и 218), или опредѣляютъ для направленій сопрягающихъ линій вблизи замка особенный центръ. Послѣдній представляетъ обыкновенно точку пересѣченія m двухъ прямыхъ, проведенныхъ подъ угломь въ 45° черезъ обѣ начальныя точки арки (Таб. 29, черт. 219). До этихъ прямыхъ центры дугъ направляющей служатъ для опредѣленія направленій сопрягающихъ швовъ. По другому способу опредѣляютъ направленіе сопрягающихъ швовъ вблизи замка слѣдующимъ образомъ: раздѣляютъ часть направляющей e d и половину пролета c b на равныя части, величина которыхъ должна соотвѣтствовать толщинѣ клиньевъ, и соединяютъ соотвѣтственныя точки дѣленія прямыми линіями, представляющими направленіе сопрягающихъ швовъ (Таб. 29 черт. 219).

з. *Перевязка кладки арокъ.* Ряды кладки арокъ съ гладкими внутренними поверхностями составляются такимъ же образомъ, какъ и ряды кладки столбовъ (Таб. 15, черт. 118—126). Образцы для производства кладки арокъ съ притолоками, которыя почти всегда встрѣчаются при дверныхъ и оконныхъ отверстіяхъ въ наружныхъ стѣнахъ, показываютъ черт. 220—224 на таб. 30. Наружныя и внутреннія арки могутъ производиться въ перевязкѣ или безъ нея. При первомъ способѣ вообще получается болѣе прочная кладка; но если наружная или внутренняя арка имѣютъ одинаковую толщину и при этомъ притолока обладаетъ только толщиною въ $1/2$ кирпича, то перевязка становится очень сложною и требуетъ много притесанныхъ кирпичей (Таб. 30, черт. 225). Поэтому рекомендуется, при притолокахъ выше приведенной величины, располагать верхнюю поверхность обѣихъ арокъ на равной высотѣ (Таб. 30, черт. 223). При притолокахъ толщиною въ полкирпича, одинаковая толщина

наружной и внутренней арки не представляетъ никакихъ затрудненій при производствѣ перевязки.

и. *Кружала.* Кружалами называются деревянныя сооруженія, представляющія внутреннюю поверхность арки или свода и служащія для поддерживанія рядовъ кладки арокъ или сводовъ во время устройства ихъ, пока не вставленъ былъ замокъ. Кружала состоятъ изъ кружальныхъ реберъ, сколоченныхъ, смотря по величинѣ отверстія арки или свода, изъ досокъ (Таб. 29, черт. 213, и таб. 30, черт. 226), косяковъ (Таб. 29, черт. 214 и 215) или брусьевъ (Таб. 30, черт. 227) и установленныхъ вертикально на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга, и изъ настилки изъ досокъ или брусковъ. Эта настилка называется опалубкою. Толщина опалубки изъ досокъ составляетъ 1″. Для производства кладки арокъ съ гладкою внутреннею поверхностью обыкновенно оказываются достаточными два кружальныхъ ребра, которыя при очень тонкихъ стѣнахъ остаются безъ опалубки. Нижніе концы кружальныхъ реберъ изъ косяковъ соединяются горизонтальною связью b, предохраняющею ихъ отъ измѣненія формы. Кромѣ того, располагаются иногда еще промежуточныя связи, направленныя перпендикулярно къ кривой направляющей арки (Таб. 30, черт. 228). На опалубкѣ кружалъ отмѣчаютъ положеніе камней.

Концы кружальныхъ реберъ обыкновенно упираются въ горизонтальные брусья a a, поддержанные подставками. Между послѣдними и горизонтальными брусьями располагаются двойныя клинья, служащіе для облегченія установки самихъ кружалъ и раскружаливанія арки или свода, такъ-какъ они даютъ возможность постепенно удалить кружала безъ замѣтныхъ для кладки арокъ и свода сотрясеній. Для плоскихъ арокъ малаго пролета будутъ достаточны кружала, вырѣзанныя изъ одной лишь доски и подпертыя въ концахъ только вертикальными досками, удерживаемыми въ неизмѣнномъ положеніи распоркою r (Таб. 30, черт. 229).

При аркахъ произвольной формы съ пролетомъ до 10′ можно примѣнять кружальныя ребра, сколоченныя досками, къ которымъ прибиваютъ гвоздями шпонки. Доски вырѣзываются по кривой направляющей арки (Таб. 29, черт. 213, и таб. 30, черт. 226). При аркахъ съ пролетомъ отъ 10′ до 20′ примѣняютъ кружальныя ребра, устроенныя изъ двухъ или болѣе рядовъ косяковъ шириною въ 9″ до 10″, вырѣзанныхъ изъ досокъ по направляющей кривой арки и соединенныхъ безъ врубки въ притыкъ по нормали къ этой кривой. Ряды косяковъ сколачиваются гвоздями. Горизонтальная связь нижнихъ концовъ такихъ кружальныхъ реберъ необходима, между тѣмъ какъ средняя вертикальная подставка d и наклонные подкосы ff служатъ для укрѣпленія конструкціи (Таб. 29, черт. 214, 215, и таб. 30, черт. 228). Для арокъ большаго пролета устраиваются кружальныя ребра изъ брусьевъ (Таб. 30, черт. 227).

Для опредѣленія направленія сопрягающихъ швовъ, вбиваютъ въ центръ кривой направляющей гвоздь и прикрѣпляютъ къ нему шнурокъ, который даетъ въ натянутомъ состояніи, для каждой точки направляющей, направленіе сопрягающей линіи и вмѣстѣ съ тѣмъ и направленіе сопрягающихъ швовъ. Но если центръ направляющей лежитъ слишкомъ далеко или по какимъ-либо причинамъ недоступенъ, то примѣняютъ шаблоны соотвѣтственной формы, вырѣзанные изъ доски такъ, что одна сторона шаблона представляетъ часть кривой направляющей арки, а другая, прилежащая нормальная къ этой кривой, —, прямую линію, представляющую въ каждомъ положеніи направленіе сопрягающихъ швовъ.

При вычерчиваніи кривой направляющей арки — что обыкновенно дѣлается на горизонтальной платформѣ — слѣдуетъ имѣть въ виду, что кладка каждой арки и каждаго свода показываетъ при высыханіи и особенно при снятіи кружалъ бóльшую или меньшую осадку, величина которой зависитъ отъ отверстія арки, ея подъема и толщины, отъ числа сопрягающихъ швовъ и отъ качества раствора. Величина осадки возрастаетъ отъ пятъ къ замку и не можетъ точно опредѣляться разсчетомъ или по опыту. Вообще принимаютъ, что величина осадки колеблется между предѣлами отъ $1/200$ до $1/80$ пролета. Въ виду этого, для приданія аркѣ или своду формы, требуемой проектомъ, необходимо, дѣлать подъемъ кружалъ нѣсколько больше и соотвѣтственно измѣнять ихъ кривую.

к. *Матеріалъ для устройства арокъ и сводовъ* долженъ быть отличнаго качества. Тщательно приготовленный, чистый цементный или известково-цементный растворъ оказывается удобнѣе всѣхъ остальныхъ родовъ раствора для предохраненія арокъ и сводовъ отъ измѣненія ихъ формы, такъ-какъ онъ при отвердѣваніи не уменьшается въ объемѣ. Для арокъ, подверженныхъ

среднему усилію, бываетъ достаточнымъ растворъ, состоящій изъ 1 части цемента, 1 части извести и 6 частей кварцеваго песку; но если кладка арокъ должна обладать бо́льшимъ сопротивленіемъ, то употребляютъ растворъ, состоящій изъ 1 части цемента и изъ 2 до 3 частей песку.

л. Раскружаливаніе арокъ происходитъ не раньше, чѣмъ растворъ кладки арокъ нѣсколько отвердѣлъ. Срокъ до снятія кружалъ обусловливается многочисленными обстоятельствами, а именно: степенью влажности воздуха, т.-е. погодою, употребленнымъ въ дѣло матеріаломъ, числомъ и толщиною сопрягающихъ швовъ и вообще способомъ производства работы. Арки малыхъ пролетовъ можно раскружаливать уже по прошествіи 1 до 2 дней, таковыя съ пролетомъ до 6′ — по прошествіи 4 до 6 дней, а съ пролетомъ до 25′ — послѣ 8 до 10 дней.

м. Якори или *связи.* Если опоры арокъ оказываются слишкомъ слабыми для сопротивленія распору арки, то необходимо, располагать желѣзные якори или связи, которые должны прилегать по возможности близко къ внутренней поверхности арки (Таб. 30, черт. 230), хотя отъ этого происходитъ нѣкоторое неудобство при производствѣ ладкки арки. Вслѣдствіе этого, засовы якоря при аркахъ съ большимъ подъемомъ, какъ напр. при полукруглыхъ, становятся очень длинными, потому-что они должны протягиваться до пятъ арки. Поэтому нижніе концы засововъ соединяются съ горизонтальною связью подкосами изъ полосового желѣза посредствомъ заклепокъ, между тѣмъ какъ самая связь состоитъ изъ тавроваго желѣза или изъ одного или двухъ уголковъ и при аркахъ очень большого пролета даже изъ двутавроваго желѣза (Таб. 30, черт. 231 и 232).

н. Устройство арокъ изъ бутовой кладки. Арки изъ бутового камня рѣдки устраиваются, такъ-какъ рѣдко встрѣчаются безъ притески камни подходяшей формы, которые допускаютъ правильное устройство кладки арокъ и сводовъ. Удобнѣе всѣхъ остальныхъ породъ камней оказываются сланцеватые камни или таковые въ видѣ цластовъ, которые легко можно обрабатывать вчернѣ. Ряды кладки арокъ и сводовъ должны быть направлены перпендикулярно къ опалубкѣ, тщательно расположены въ перевязку и устроены съ сопрягающими швами по возможности равной толщины, чтобы осадка арки или свода была равномѣрною. Неизбѣжные широкіе швы расщебениваются кусочками камня. Вблизи пятъ употребляютъ наибольшіе, а вблизи замка наименьшіе камни. Очень важно, что замковый камень плотно замыкаетъ арку. Толщину арокъ изъ бутового камня принимаютъ нѣсколько больше толщину арокъ изъ кирпича. Чертежъ 233 на таб. 30 показываетъ образецъ для устройства арокъ изъ бутового камня.

о. Устройство арокъ изъ тесанаго камня. Арки изъ тесанаго камня устраиваются изъ камней совершенно правильной формы. При перемычкахъ образуются сопрягающіе швы по чертежамъ 234 и 235 на таб. 30, а при аркахъ съ дугообразною кривою направляющею по чертежу 236 на таб. 30, чѣмъ избѣгаются слишкомъ острые углы камней горизонтальной кладки стѣны, которые получились бы при округленной формѣ верхней поверхности арки тамъ, гдѣ кладка стѣны примыкаетъ къ кладкѣ арки (Таб. 31, черт. 237).

п. Разгрузныя арки. Если отверстіе перемычекъ превосходитъ допускаемую мѣру, то располагаютъ надъ нею такъ-называемыя разгрузныя арки (Таб. 31, черт. 238). То же самое дѣлаютъ, если перемычки двойного окна упираются въ тонкій столбъ (Таб. 31, черт. 239). Въ послѣднемъ случаѣ двойное окно можетъ имѣть и дугообразное покрытіе, которое обусловливаетъ форму разгрузной арки.

Г. Своды *).

Сводами называются каменныя перекрытія пространства, устроенныя по тѣмъ же самымъ законамъ, какъ и арки. Поэтому можно разсматривать своды какъ арки большой глубины, и всѣ названія составныхъ частей арокъ встрѣчаются также при сводахъ.

Существенная разница между сводомъ и аркою заключается въ томъ, что арка служитъ перекрытіемъ отверстія въ стѣнѣ, между тѣмъ какъ сводъ въ видѣ потолка перекрываетъ пространство, окруженное частью или со всѣхъ сторонъ стѣнами. Стѣны, служащія опорами свода и предназначенныя сопротивляться распору его, называются опорными стѣнами, между тѣмъ какъ остальныя стѣны, служащія только для огражденія перекрытаго сводомъ пространства, носятъ названіе щеко-

*) Относительно изслѣдованія устойчивости сводовъ и опоръ см. „Приложеніе“.

выхъ стѣнъ. Послѣднія не способствуютъ устойчивости свода.

Основную форму всѣхъ формъ сводовъ представляютъ цилиндръ и шаръ.

Если ось цилиндрическаго свода горизонтальна и перпендикулярна къ щековымъ плоскостямъ его, то таковой сводъ называется прямымъ; если ось горизонтальна, но наклонна къ щековымъ плоскостямъ, то сводъ носитъ названіе косого, а если она наклонна къ горизонту, и поэтому также къ щековымъ плоскостямъ, то сводъ называютъ сходящимъ. Цилиндрическій сводъ, пяты котораго не находятся въ одномъ уровнѣ, а ось и шелыга котораго горизонтальны, называется ползучимъ.

По формѣ различаются слѣдующіе своды.

1) Цилиндрическіе или коробовые.
2) Прусскіе.
3) Сомкнутые, котельные или монастырскіе.
4) Крестовые, перекрестные или стрѣльчатые.
5) Готическіе.
6) Вѣерные или норманскіе.
7) Парусные или богемскіе.
8) Бочарные.
9) Купольные или куполы.
10) Лотковые.
11) Плоскіе или зеркальные.

1) Цилиндрическіе или коробовые своды.

Форма цилиндрическихъ или коробовыхъ сводовъ. Цилиндрическіе или коробовые своды состоятъ большею частью изъ полуцилиндра съ горизонтальною осью. Кривая направляющая можетъ представлять полукругъ, полуэллипсъ или коробовую кривую. Сводъ называется сжатымъ, если стрѣла его меньше половины отверстія, и возвышеннымъ, если она больще половины отверстія. Къ группѣ сжатыхъ сводовъ можно причислить еще такіе своды, кривая направляющая которыхъ представляетъ часть круга съ подъемомъ больше четверти отверстія.

Каждый цилиндрическій сводъ имѣетъ двѣ опорныхъ и двѣ щековыхъ стѣны. Если прямой цилиндрическій или коробовой сводъ разрѣзывается двумя діагональными вертикальными плоскостями, то получаются четыре части A, A′ и B, B′ (Таб. 31, черт. 240), изъ которыхъ по двѣ противоположныхъ одинаковы, а по двѣ смежныхъ существенно различны. Части A и A′ называются распалубками, а части B и B′ лотками.

Разница между обѣими заключается въ томъ, что лотки B и B′ имѣютъ одну лишь начальную линію цилиндрическаго свода и оказываютъ внутреннюю поверхность въ видѣ треугольной фигуры, ограниченной выше приведенною начальною линіею и двумя кривыми; наивысшая точка фигуры упирается въ шелыгу цилиндрическаго свода. Слѣдовательно, лотки обладаютъ начальною линіею и только вершиною. Распалубки A и A′, напротивъ того, имѣютъ только двѣ опорныхъ точки aa, и внутренняя поверхность ихъ образуетъ треугольную форму, ограниченную тремя кривыми; наивысшая линія фигуры составляетъ часть шелыги разрѣзаннаго цилиндрическаго свода. Вслѣдствіе этого распалубки обладаютъ верхнею линіею или шелыгою и только двумя опорными точками.

Изъ лотковъ и распалубокъ составляются своды разнообразной формы.

Размѣры цилиндрическихъ сводовъ. По Рондле принимается для полуциркульныхъ сводовъ изъ кирпичей, забученныхъ горизонтально подъ вершину, толщина въ ключѣ $s = \frac{1}{48} l$.

Для сводовъ, забученныхъ до половины подъема:

$$s = \frac{1}{36} l.$$

Для той же самой высоты забутки, при постепенномъ уменьшеніи толщины свода къ вершинѣ, въ пятахъ:

$$s = \frac{1}{32} l,$$

а въ замкѣ:

$$s = \frac{1}{48} l.$$

Такъ-какъ при увеличеніи толщины свода отъ замка къ пятамъ по плавной кривой наружной поверхности притеска кирпичей требовало бы много работы, то это увеличеніе сразу производится на $\frac{1}{2}$ кирпича (Таб. 31, черт. 241) или на $\frac{1}{4}$ кирпича (Таб. 31, черт. 242).

Въ предыдущихъ формулахъ обозначаютъ: s толщину ключа свода, а l—отверстіе послѣдняго.

Относительно толщины d опоръ, принимаютъ въ первомъ случаѣ $d = \frac{1}{11} l$, во второмъ $d = \frac{1}{9} l$, а въ третьемъ $d = \frac{1}{10} l$.

Эти формулы примѣняются для опредѣленія толщины всѣхъ опоръ, высота которыхъ не больше пролета свода.

Для полукруглыхъ, эллиптическихъ и коробовыхъ сводовъ изъ тесанаго камня, толщина

которыхъ въ пятахъ вдвое больше, чѣмъ въ замкѣ, примѣняются также формулы Рондле, а именно:
для ненагруженныхъ сводовъ $s = 0{,}01l + 0{,}25'$,
„ сводовъ съ среднею нагрузкою $s = 0{,}02l + 0{,}5'$,
„ сильно нагруженныхъ сводовъ $s = 0{,}04l + 1'$
(s означаетъ толщину ключа въ футахъ и l означаетъ отверстіе въ футахъ).

Если опоры возводятся не выше шелыги свода, то принимаются для толщины ихъ:
при полуциркульныхъ сводахъ — $\frac{1}{5}$ отверстія,
„ сжатыхъ сводахъ съ пологостью до $\frac{1}{4}$ отверстія — $\frac{1}{3}$ отверстія,
„ сжатыхъ сводахъ съ пологостью больше $\frac{1}{4}$ отверстія — $\frac{2}{7}$ отверстія,
„ возвышенныхъ сводахъ—отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{7}$ отверстія.

Если два смежныхъ одинаковыхъ цилиндрическихъ свода обладаютъ общею опорою, то горизонтальный распоръ обоихъ сводовъ уничтожается, и поэтому опорамъ придаютъ только такія измѣренія, какія соотвѣтствуютъ вертикальному давленію, которое производится на нее обоими сводами и равняется суммѣ половины вѣса обоихъ сводовъ и нагрузки ихъ, если послѣдняя равномѣрна распредѣлена.

Цилиндрическимъ или коробовымъ сводамъ, которые должны нести грузъ лишь надъ ними находящагося этажа, даютъ при отверстіяхъ до 14′ толщину въ полкирпича. При этомъ предположена нагрузка средней величины. При фабрикахъ и заводахъ и т. п. встрѣчается нерѣдко очень значительная нагрузка сводовъ, такъ-что необходимо увеличить толщину ихъ противъ указанной.

При отверстіяхъ до 20′ располагаютъ на разстояніи отъ 3′—6′ другъ отъ друга поверхностныя подпружины или гуртныя арки толщиною и шириною въ 1 кирпичъ (Таб. 31, черт. 243), или даютъ своду въ шелыгѣ толщину въ $\frac{1}{2}$ кирпича и увеличиваютъ послѣднюю къ пятамъ, смотря по надобности (Таб. 31, черт. 241 и 242). Иногда гуртнымъ аркамъ даютъ выступать изъ-за внутренней поверхности свода. Своды, отверстія которыхъ больше 30′, должны имѣть толщину въ шелыгѣ не менѣе одного кирпича.

Производство кладки цилиндрическихъ сводовъ. Для устройства полуциркульныхъ сводовъ и вообще таковыхъ съ большою пологостью и толщиною въ полкирпича, примѣняется исключительно ложковая перевязка, такъ-что необходимы по крайней мѣрѣ два чередующихся ряда, расположенныхъ параллельно къ оси свода. Одинъ изъ этихъ двухъ рядовъ начинается лучше всего полкирпичомъ. Чертежъ 244 на таблицѣ 31 показываетъ примѣръ ложковой перевязки для плоскаго цилиндрическаго свода. При сводахъ толщиною въ 1 кирпичъ, ряды кладки также проводятъ параллельно къ оси, а перевязка дѣлается или точно такъ же, какъ и при кладкѣ стѣнъ толщиною въ 1 кирпичъ (Таб. 11, черт. 70), или кладка производится по системѣ тычковой перевязки (Таб. 11, черт. 69).

Относительно удобнаго соединенія кладки свода съ кладкою опорныхъ стѣнъ при помощи выпускныхъ пятъ, указываемъ на чертежъ 216 на таблицѣ 29.

Пазухи обыкновенно забучиваютъ отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{2}{3}$ подъема внѣшней выпуклости сводовъ.

Все сказанное относительно производства кладки арокъ находитъ неограниченное примѣненіе и для устройства сводовъ.

Кладка цилиндрическихъ сводовъ начинается только по окончаніи кладки стѣнъ зданія, въ которомъ они должны быть устраиваемы и послѣ устройства крыши. Тогда и кладка опорныхъ стѣнъ сводовъ уже совершенно осѣла и достаточно отвердѣла. Иначе опорныя стѣны часто не имѣютъ достаточной устойчивости.

Для кладки цилиндрическихъ сводовъ устраиваются кружала съ сплошною опалубкою. Кружальныя ребра размѣщаются на разстояніи другъ отъ друга приблизительно въ 3′ до 4′. Опалубка дѣлается толщиною отъ $1\frac{1}{2}''$ до $2''$. Между отдѣльными досками послѣдней оставляютъ промежутокъ въ $1\frac{1}{2}''$, чтобы сводъ при раскружаливаніи могъ двигаться. Раскружаливаніе должно производиться весьма осторожно, постепеннымъ расклиниваніемъ, какъ при аркахъ.

Распалубки. Такъ-какъ пяты цилиндрическихъ сводовъ съ большою пологостью глубоко вдаются въ перекрытое ими пространство, то освѣщеніе послѣдняго обыкновенно можно производить только окнами, расположенными въ щековыхъ стѣнахъ. Расположеніе оконъ въ опорныхъ стѣнахъ не выгодно, потому что этимъ уменьшается устойчивость опоръ. Но если необходимо, освѣщать пространство со стороны опоръ такимъ образомъ, чтобы верхнее ограниченіе оконныхъ отверстій находилось выше начала свода, то отверстія, продѣланныя въ стѣнѣ и сводѣ, сопрягаются сводиками,

такъ-называемыми распалубками. Пяты распалубокъ могутъ находиться на равной высотѣ съ пятами главнаго свода или выше, а шелыга ихъ можетъ быть горизонтальною (Таб. 32, черт. 245) или наклонною (Таб. 32, черт. 246 и 247).

На предыдущихъ чертежахъ показанъ способъ опредѣленія кривой пересѣченія главнаго свода съ распалубкою.

Ширина распалубокъ дѣлается обыкновенно нѣсколько больше ширины оконнаго отверстія.

Кладка распалубокъ производится рядами, параллельными къ оси ихъ, или въ елку. Въ первомъ случаѣ располагаются ряды кладки распалубокъ въ хорошую перевязку съ рядами кладки главнаго свода (Таб. 32, черт. 248), а если ряды расположены въ елку, то отверстіе въ главномъ сводѣ ограничивается аркою, толщиною въ 1 кирпичъ и шириною въ $^1/_2$ кирпича (Таб. 32, черт. 249). Эта арка имѣетъ задачею, сопротивляться распору главнаго свода въ вырѣзанной части и одновременно подпирать начала распалубки.

Такимъ же образомъ можно поступать и при первомъ способѣ перевязки (Таб. 32, черт. 250).

Кладка распалубокъ производится на особенныхъ кружалахъ.

Для уменьшенія собственнаго вѣса цилиндрическихъ сводовъ рекомендуется употреблять на кладку ихъ пустотѣлые кирпичи, если требуемое сопротивленіе это допускаетъ.

Цилиндрическіе своды изъ тесанаго камня. При устройствѣ сводовъ изъ тесанаго камня слѣдуетъ точно опредѣлить форму отдѣльныхъ клиньевъ по правиламъ ученія о разрѣзкѣ камней, при чемъ должно имѣть въ виду, чтобы сопрягающіе швы непрерывно шли параллельно по оси свода. Но, такъ-какъ подобные своды въ гражданской архитектурѣ очень рѣдко устраиваются, то о нихъ не будемъ болѣе говорить.

Цилиндрическіе своды изъ бутового камня. При цилиндрическихъ сводахъ изъ бутового камня слѣдуетъ держаться всѣхъ тѣхъ правилъ, которыя примѣняются при кладкѣ арокъ изъ бутового камня; при устройствѣ самого свода требуется, чтобы сопрягающіе швы были направлены по возможности параллельно къ оси и перпендикулярно къ опалубкѣ. Широкіе швы на наружной поверхности, которыхъ нельзя избѣгать, тщательно расщебениваются. Чтобы цилиндрическіе своды изъ бутового камня по раскружаливаніи равномѣрно осѣли, должно придавать швамъ по возможности равную толщину.

Цѣлесообразное устройство такихъ сводовъ показываетъ чертежъ 251 на таб. 32.

Только-что показанные цилиндрическіе или коробовые своды глубоко вдаются пятами въ перекрытыя ими помѣщенія, почему и во многихъ случаяхъ оказываются неудобными, стѣсняя пространство; сверхъ того, освѣщеніе послѣдняго со стороны опорныхъ стѣнъ весьма затруднительно. Поэтому лучше устраивать вмѣсто нихъ плоскіе цилиндрическіе, такъ-называемые прусскіе или сложные своды.

2) **Прусскіе или сложные своды.** Форма прусскихъ или сложныхъ сводовъ. Прусскіе или сложные своды представляютъ плоскіе цилиндрическіе своды, устроенные между подпружными арками или желѣзными балками, раздѣляющими данное прямоугольное пространство на нѣсколько обыкновенно равныхъ частей меньшей ширины.

Кривая направляющая представляетъ въ большинствѣ случаевъ часть круга. Ось сводовъ обыкновенно направлена перпендикулярно къ фронтовымъ стѣнамъ, такъ-что послѣднія и среднія стѣны образуютъ щековыя стѣны, между тѣмъ какъ подпружныя арки, фундаменты перегородокъ или желѣзныя балки служатъ опорами. Такимъ расположеніемъ освѣщеніе пространства дѣлается возможнымъ безъ распалубокъ окнами въ фронтовыхъ стѣнахъ. Прусскіе своды примѣняются почти исключительно для перекрытія подвальныхъ помѣщеній, но встрѣчаются иногда также въ другихъ этажахъ. Чертежи 252, 253, 254 на таблицѣ 33 показываютъ планъ, продольный и поперечный разрѣзы, а чертежъ 254a на таблицѣ 33 аксонометрическій видъ прусскаго свода.

Подпружныя арки. Разстояніе подпружныхъ арокъ другъ отъ друга не должно превосходить 12′ до 14′, чтобы толщина свода въ $^1/_2$ кирпича была достаточною. При этомъ принимаютъ толщину и ширину подпружныхъ арокъ отъ $1^1/_2$ до 2 кирпичей и даютъ имъ произвольную форму, какъ-то: полукруга, эллипса, коробовой или лучковой арки. Если фронтовыя стѣны не обладаютъ достаточною толщиною, чтобы онѣ могли служить опорами для подпружныхъ арокъ, то ихъ утолщаютъ, устраивая особенные устои въ видѣ выступовъ длиною въ $1^1/_2$, 2 и т. д. кирпича, или располагаютъ желѣз-

ныя связи для уничтоженія распора (Таб. 30, черт. 230—232).

Часто устраиваютъ такіе устои или выступы длиною въ 1 кирпичъ только для удобнаго присоединеніе кладки подпружныхъ арокъ къ кладкѣ стѣнъ.

Подпружныя арки могутъ служить опорами только для плоскихъ цилиндрическихъ сводовъ, а не для другихъ подпружныхъ арокъ.

Часто встрѣчается, что нѣсколько подпружныхъ арокъ, обыкновенно 4, своими началами сходятся въ одну точку. Въ такомъ случаѣ общая опора подпирается каменнымъ или кирпичнымъ столбомъ или чугунною колонною. Кирпичные столбы имѣютъ въ этомъ случаѣ обыкновенно крестообразное поперечное сѣченіе.

Подпружныя арки располагаются по возможности такъ, чтобы онѣ приходились на середину фундаментовъ простѣнковъ и окна, по возможности на середину свода, такъ-какъ устройство распалубокъ этимъ дѣлается излишнимъ.

Плоскіе цилиндрическіе своды должны быть расположены такъ, чтобы пяты ихъ находились по возможности на равной высотѣ; кромѣ того, отверстія ихъ должны незначительно различаться другъ отъ друга, чѣмъ достигается равномѣрное распредѣленіе распора сводовъ.

Деревянные лаги, т.-е. тонкіе брусья, къ которымъ прибиваются половыя доски, должны быть помѣщены такимъ образомъ, чтобы они не нагружали непосредственно сводовъ самихъ, а лучше укладываются на кладкѣ, возведенной надъ подпружными арками или на желѣзныхъ балкахъ, въ которыя упираются своды.

Толщина свода и опоръ. Наименьшая толщина и ширина подпружныхъ арокъ составляетъ $1\frac{1}{2}$ кирпича. Кривая направляющая ихъ представляетъ обыкновенно часть круга, стрѣлка которой принимается не меньше $\frac{1}{4}$ пролета, если она должна одновременно выдерживать грузъ стѣны, возведенной надъ нею. Въ другомъ случаѣ стрѣлка въ $\frac{1}{7}$ пролета бываетъ достаточна.

Подпружнымъ аркамъ даютъ:
при пролетѣ въ 7′—12′ толщину въ $1\frac{1}{2}$—2 кирпича,
„ „ „ 12′—17′ „ „ 2 —$2\frac{1}{2}$ „
„ „ „ 17′—25′ „ „ $2\frac{1}{2}$—3 „

Полуциркульная арка дѣлается толщиною не меньше, чѣмъ въ $1\frac{1}{2}$ кирпича, впрочемъ на $\frac{1}{2}$ кирпича тоньше лучковой арки.

Ширина подпружныхъ арокъ составляетъ обыкновенно $1\frac{1}{2}$ кирпича, но если онѣ должны выдерживать грузъ стѣны, то ширина ихъ дѣлается на $\frac{1}{2}$ кирпича больше толщины этой стѣны.

Опорамъ подпружныхъ арокъ даютъ толщину отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{5}$ пролета, смотря по ихъ нагрузкѣ. Чѣмъ больше нагрузка, тѣмъ меньше принимается и толщина опоръ.

Плоскимъ сводамъ придаютъ:
при пролетѣ до 12′ толщину въ $\frac{1}{2}$ кирпича,
„ „ больше 12′ также „ $\frac{1}{2}$ „
и на разстояніи отъ 4′ до 5′ другъ отъ друга располагаютъ подпружины или гуртныя арки толщиною и шириною въ 1 кирпичъ.

Стрѣлка прусскихъ сводовъ принимается отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{12}$ пролета, смотря по ихъ нагрузкѣ. Чѣмъ больше нагрузка, тѣмъ больше дѣлается и стрѣлка свода.

Сводамъ, упирающимся въ желѣзныя балки, даютъ стрѣлку въ $\frac{1}{8}$ пролета.

Опорныя стѣны прусскихъ сводовъ устраиваются обыкновенно толщиною въ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{5}$ пролета, но не тоньше, чѣмъ въ $1\frac{1}{2}$ кирпича.

Въ горизонтальной проекціи плоскіе цилиндрическіе своды обозначаются опрокинутою пунктирною направляющею кривою ихъ.

Производство кладки прусскихъ сводовъ. Для приготовленія пятъ прусскихъ или плоскихъ цилиндрическихъ сводовъ, подпружныя арки при выведеніи снабжаются фальцемъ (Таб. 33, черт. 255), разстояніи котораго отъ внутренней поверхности подпружной арки должно составлять не менѣе 2″ до 3″. Выдалбливаніе фальца по окончаніи кладки арки имѣетъ, вслѣдствіе происходящихъ отъ этого сотрясеній, вредное вліяніе на прочность кладки, и поэтому избѣгается.

Кладка плоскихъ и цилиндрическихъ сводовъ производится при толщинѣ ихъ въ $\frac{1}{2}$ кирпича обыкновенно по системѣ ложковой перевязки, какъ это показано было при цилиндрическихъ сводахъ большой пологости (Таб. 31, черт. 244); но часто примѣняется также елочный способъ перевязки кладки, который состоитъ въ томъ, что сопрягающіе швы образуютъ съ осью свода въ горизонтальной проекціи уголъ въ 45°, а между собою, принимая въ соображеніе обѣ половины свода, прямые углы (Таб. 33, черт. 256).

При такомъ способѣ кладка свода начинается по крайней мѣрѣ съ двухъ угловъ, но лучше съ

четырехъ, и замыкается въ серединѣ въ видѣ квадрата. Этотъ способъ сложнѣе предыдущаго, при которомъ ряды идутъ параллельно къ оси, и поэтому кирпичи плотно прилегаютъ къ опалубкѣ, чего при указанномъ способѣ достигается лишь соотвѣтственною вытескою ихъ. Кромѣ того, швы между кирпичами на наружной поверхности свода сдѣлались бы слишкомъ раскрытыми, еслибъ оставили кирпичи прямоугольными, почему и рекомендуется притесывать кирпичи, хотя бы съ одной лишь стороны. Распоръ свода, выведеннаго по этому способу, распредѣляется на всѣ четыре стѣны, ограждающія перекрытое сводомъ пространство, такъ-что и щековыя стѣны представляютъ опоры свода. Послѣднія снабжаются вслѣдствіе этого также фальцами для принятія началъ свода. Другія преимущества этого способа заключаются еще въ томъ, что своды менѣе осѣдаютъ и могутъ выводиться опытными каменщиками при помощи однихъ лишь кружальныхъ реберъ, безъ всякой опалубки.

Плоскіе цилиндрическіе своды между желѣзными балками.

Желѣзныя балки, въ которыя упираются плоскіе цилиндрическіе своды, имѣютъ обыкновенно поперечное сѣченіе двутавроваго вида (**I**). Иногда онѣ замѣняются желѣзнодорожными рельсами (Таб. 34, черт. 257). Послѣдніе располагаютъ на разстояніи другъ отъ друга не больше чѣмъ въ $5^1/_2$′, между тѣмъ какъ свободная длина ихъ не должна превосходить 12′. При этомъ предполагается, что толщина сводовъ дѣлается въ полкирпича. При болѣе значительной нагрузкѣ и бо́льшихъ пролетахъ сводовъ располагаютъ по два рельса другъ подлѣ друга и удерживаютъ ихъ на взаимномъ неизмѣнномъ разстояніи вставленными кирпичами, положенными плашмя (Таб. 34, черт. 258).

Иногда употребляются рельсы въ обратномъ положеніи (Таб. 34, черт. 259). При длинахъ до 20′ два рельса заклепываются или свинчиваются болтами такъ, что подошвы прилегаютъ другъ къ другу, и нижній рельсъ получаетъ обратное положеніе (Таб. 34, черт. 260). Старые рельсы страдаютъ часто скрытыми пороками и трещинами, и поэтому предпочитаютъ двутавровыя балки изъ литого желѣза.

Желѣзныя балки должны имѣть въ стѣнахъ одну подвижную опору. Передача давленія балокъ на опорныя стѣны производится обыкновенно чугунною подушкою, которая иногда замѣняется тесанымъ камнемъ изъ гранита. Концы рельсовъ въ обратномъ положеніи упираются въ чугунные башмаки (Таб. 34, черт. 261).

Такое уширеніе опоръ способствуетъ равномѣрному распредѣленію давленія балокъ на кладку опоръ. Нѣсколько желѣзныхъ балокъ, расположенныхъ другъ подлѣ друга, получаютъ одну лишь общую подушку. Длина опоръ балокъ должна составлять не менѣе 1′. Чугунныя подушки иногда скрѣпляются съ кладкою опоръ желѣзными болтами (Таб. 34, черт. 261). Но вообще въ такомъ скрѣпленіи надобности нѣтъ.

Кладка плоскихъ цилиндрическихъ сводовъ между желѣзными балками производится также по системѣ ложковой перевязки или въ елку. Своды значительной длины снабжаются на разстояніи въ 5′ другъ отъ друга подпружинами или гуртными арками. Пяты сводовъ приготовляются изъ маленькихъ и неправильныхъ кусковъ кирпича, хотя этотъ способъ неудовлетворителенъ по трудности точной притески кусковъ кирпича, которые должны точно соотвѣтствовать формѣ двутавровыхъ балокъ или рельсовъ. Этотъ недостатокъ избѣгается обратнымъ расположеніемъ рельсовъ. При такомъ положеніи рельсовъ дѣлается возможнымъ, укладывать на подошвѣ ихъ рядъ кирпичей на ребро (Таб. 34, черт. 259).

Если балки состоятъ изъ двутавроваго желѣза, то пятовые ряды образуются двумя рядами кирпичей плашмя (Таб. 34, черт. 263) или однимъ рядомъ на ребро (Таб. 34, черт. 262).

При сильно нагруженныхъ сводахъ или значительной длинѣ балокъ, послѣднія обыкновенно имѣютъ такую высоту, что для заполненія и выравниванія пазухъ нуждаются въ большомъ количествѣ песку или мусора, чѣмъ нагрузка балокъ значительно увеличивается. Этого неудобства можно избѣгать, употребляя кирпичи особой формы а, чѣмъ, конечно, опоры свода дѣлаются менѣе надежными (Таб. 34, черт. 264).

Если лежитъ нѣсколько сводовъ другъ подлѣ друга, то кладка по крайней мѣрѣ трехъ изъ нихъ должна производиться одновременно, чтобы предохранять желѣзныя балки отъ бокового изгиба.

По окончаніи кладки, своды очищаются отъ мусора и поливаются жидкимъ растворомъ; затѣмъ забучиваются пазухи.

Плоскіе цилиндрическіе своды между подпружными арками часто замѣняются плоскими

бочарными или богемскими сводами, устройство которыхъ изложено ниже.

3) **Сомкнутые, котельные** или **монастырскіе своды.** Изъ предыдущаго станетъ ясно, что прямой цилиндрическій сводъ раздѣляется двумя вертикальными діагональными плоскостями на два лотка B и B_1 и двѣ распалубки A и A_1 (Таб. 31, черт. 240), изъ которыхъ можно составлять своды различнаго вида; а именно: изъ лотковъ такъ-называемые сомкнутые, котельные или монастырскіе своды, а изъ распалубокъ такъ-называемые крестовые своды. Форма лотковъ показываетъ, что сомкнутый сводъ можетъ имѣть только одну вершину и столько начальныхъ линій, сколько перекрытое пространство имѣетъ ограждающихъ стѣнъ. Число ограждающихъ стѣнъ должно быть не менѣе трехъ, а впрочемъ можетъ быть произвольнымъ. Чертежи 265 и 266 на таб. 34 показываютъ видъ сверху и аксонометрическій видъ сомкнутаго свода, перекрывающаго прямоугольное пространство. Такой сомкнутый сводъ можно представить себѣ происшедшимъ изъ пересѣченія двухъ цилиндрическихъ сводовъ равнаго подъема, если принимаютъ во вниманіе только ту часть пересѣкающихся сводовъ, которая находится ниже кривыхъ пересѣченія ихъ.

При сомкнутомъ сводѣ всѣ ограждающія стѣны перекрытаго имъ пространства представляютъ опорныя стѣны, а щековыхъ стѣнъ вообще не имѣется. Этимъ затрудняется расположеніе дверныхъ и оконныхъ отверстій. Поэтому сомкнутый сводъ рѣдко примѣняется, обыкновенно только для устройства колпаковъ надъ кухонными очагами и для потолковъ помѣщеній въ монументальныхъ зданіяхъ. Но въ послѣднемъ случаѣ они встрѣчаются почти всегда въ связи съ распалубками. Кривая направляющая представляетъ обыкновенно полукругъ, такъ-что образуются въ мѣстѣ пересѣченія цилиндрическихъ сводовъ два діагональныхъ ребра, выдающіяся наружу и имѣющія видъ эллипса. Форма послѣдняго опредѣляется по способу, показанному на чертежѣ 267 на таб. 67.

Производство кладки сомкнутаго свода. Для производства кладки сомкнутаго свода небольшихъ пролетовъ будутъ достаточны два кружальныхъ ребра подъ діагональными ребрами и два кружальныхъ ребра въ серединѣ лотковъ (Таб. 34, черт. 268).

Если доски опалубки выходятъ слишкомъ длинными, то располагаютъ еще промежуточныя кружальныя ребра, прикрѣпляемыя къ діагональнымъ кружальнымъ ребрамъ. Мѣста прикрѣпленія подпираются подставками.

Перевязка кладки отдѣльныхъ лотковъ, изъ которыхъ состоитъ сомкнутый сводъ, та же самая, какъ и при цилиндрическихъ сводахъ, части которыхъ они представляютъ. Діагональныя ребра, не нуждающіяся въ увеличеніи толщины, очень легко образуются, если, начиная съ угловъ, располагаютъ отдѣльные кирпичи горизонтальными рядами, перпендикулярно къ опалубкѣ, и только обращаютъ вниманіе та то, чтобы кирпичи въ діагональныхъ ребрахъ захватывали другъ друга надлежащимъ образомъ и не образовали проходящій швъ (Таб. 34, черт. 269).

Толщина сомкнутаго свода и опоръ его. Толщина сомкнутаго свода равняется толщинѣ цилиндрическаго свода равнаго пролета, между тѣмъ какъ опорнымъ стѣнамъ даютъ толщину, равную ⅔ толщины опоръ цилиндрическихъ сводовъ.

4) **Крестовые своды.** Крестовый сводъ называется также перекрестнымъ или стрѣльчатымъ сводомъ. Крестовый сводъ составляется изъ распалубокъ, почему онъ долженъ имѣть столько опорныхъ точекъ, сколько перекрытое имъ пространство имѣетъ угловъ, и столько шелыгъ, сколько планъ имѣетъ ограждающихъ стѣнъ. Число послѣднихъ можетъ быть произвольнымъ.

Крестовый сводъ отличается тѣмъ, что онъ передаетъ вертикальное давленіе и горизонтальный распоръ только на отдѣльныя опорныя точки въ углахъ прямоугольнаго или многоугольнаго плана покрытаго имъ пространства, между тѣмъ какъ всѣ ограждающія стѣны представляютъ щековыя стѣны. Послѣднее обстоятельсто весьма облегчаетъ освѣщеніе помѣщенія, перекрытаго крестовымъ сводомъ, такъ-какъ становится возможнымъ, располагать верхнее ограниченіе оконныхъ и дверныхъ отверстій почти на равной высотѣ съ шелыгою распалубокъ.

Планъ помѣщенія, перекрытаго крестовымъ сводомъ, представляетъ чаще всего квадратъ или прямоугольникъ. Первый видъ оказывается удобнѣе всего, между тѣмъ какъ второй видъ причиняетъ нѣкоторыя неудобства относительно устройства свода, происходящія отъ разности кривизны распалубокъ, которая тѣмъ болѣе, чѣмъ значительнѣе разность длинъ сторонъ продолговатаго прямоуголь-

ника. Поэтому, отношеніе между сторонами должно быть не больше 2 : 1; въ другомъ случаѣ раздѣляютъ данное помѣщеніе, перекрываемое крестовымъ сводомъ, подпружными арками на нѣкоторыя меньшія, по возможности квадратнаго вида, и покрываютъ каждое изъ нихъ отдѣльнымъ крестовымъ сводомъ. Тамъ, гдѣ четыре подпружныхъ арки сходятся въ одну точку, арки подпираются столбами, въ которые одновременно упираются непосредственно и крестовые своды.

На чертежѣ 270 на таб. 34 изображенъ аксонометрическій схематическій видъ крестоваго свода съ горизонтальными шелыгами надъ прямоугольнымъ помѣщеніемъ. Такой крестовый сводъ можно также представить себѣ образованнымъ пересѣченіемъ двухъ цилиндрическихъ сводовъ равнаго подъема, а именно крестовый сводъ образуется верхними, т.-е. надъ кривыми пересѣченія находящимися, треугольными отрѣзками цилиндрическихъ сводовъ.

Часто устраиваютъ крестовый сводъ съ поднятыми шелыгами распалубокъ или иногда также съ поднятыми и изогнутыми такъ, что шелыги имѣютъ уклонъ отъ вершины свода до щековыхъ стѣнъ (Таб. 36, черт. 274 b). Такіе своды называются крестовыми в с п а р у ш е н н ы м и или съ в о з в ы ш е н н ы м и ш е л ы г а м и. При сводахъ, устроенныхъ такимъ образомъ, горизонтальный распоръ свода передается также на ограждающія стѣны. При крестовомъ сводѣ образуются въ мѣстахъ взаимнаго пересѣченія обоихъ цилиндрическихъ сводовъ два діагональныхъ ребра, вдающихся внутрь перекрытаго помѣщенія.

Для опредѣленія формы крестоваго свода надъ прямоугольнымъ помѣщеніемъ, должны быть заданы или направляющая кривая одного изъ обоихъ пересѣкающихся цилиндрическихъ сводовъ въ плоскостяхъ щековыхъ стѣнъ, или же кривая по діагонали и планъ перекрываемаго сводомъ помѣщенія. Въ чертежѣ 271 на таб. 35, напримѣръ, задана направляющая въ видѣ полукруга надъ длинною стороною прямоугольнаго плана.

Эту направляющую опрокидываютъ въ плоскость плана и раздѣляютъ отверстіе ея на равныя части. Точки дѣленія проектируютъ на отверстіе направляющей кривой діагональныхъ реберъ и направляющей другого цилиндрическаго свода. Изъ точекъ дѣленія возстановляютъ перпендикуляры, на которыхъ откладываютъ соотвѣтственныя ординаты заданной направляющей. Такимъ образомъ получается достаточное число точекъ искомыхъ кривыхъ.

Если планъ перекрываемаго крестовымъ сводомъ помѣщенія представляетъ квадратъ, то кривая направляющая обоихъ пересѣкающихся цилиндрическихъ сводовъ имѣетъ одинаковую форму, и приходится поэтому только еще опредѣлить форму кривой направляющей діагональныхъ реберъ, что производится по только-что изложенному способу.

Т о л щ и н а к р е с т о в ы х ъ с в о д о в ъ и и х ъ о п о р ъ. Такъ-какъ распоръ распалубокъ передается на діагональныя ребра, а послѣднія, вслѣдствіе этого, передаютъ распоръ всего свода на углы перекрытаго имъ помѣщенія, то они должны выдерживать бо́льшую нагрузку, чѣмъ распалубки, и дѣлаются поэтому почти всегда толще послѣднихъ. Обыкновенно придаютъ: при пролетахъ до 15′, распалубкамъ толщину въ $^1/_2$ кирпича и діагональнымъ ребрамъ толщину и ширину въ 1 кирпичъ; при пролетахъ отъ 15′ до 25′, распалубкамъ толщину въ $^1/_2$ кирпича и діагональнымъ ребрамъ толщину и ширину въ $1^1/_2$— 2 кирпичей, а при пролетахъ отъ 25′—35′, распалубкамъ толщину въ 1 кирпичъ и діагональнымъ ребрамъ толщину въ $1^1/_2$ кирпича и ширину отъ 2 до $2^1/_2$ кирпичей.

Относительно опредѣленія толщины опоръ, приходится принимать во вниманіе, что опредѣляется по даннымъ правиламъ только толщина опоръ діагональныхъ реберъ, которая измѣряется на продолженіи діагоналей помѣщенія. Обыкновенно бываетъ достаточна толщина опоръ въ $^1/_6$ пролета діагональныхъ ребръ, а если они представляютъ плоскую арку съ небольшою стрѣлкою, то въ $^1/_5$ до $^1/_4$ пролета.

Для уменьшенія пролета распалубокъ располагаютъ иногда угловые выступы (Таб. 35, черт. 272). Чертежи 273 и 274 на таб. 35 показываютъ вертикальный разрѣзъ и планъ крестоваго свода съ горизонтальными шелыгами, перекрывающаго квадратное помѣщеніе, а на чертежѣ 274a на таб. 35 изображенъ аксонометрическій видъ крестоваго свода между подпружными арками. Въ планѣ обозначаютъ крестовый сводъ пунктирными перекрестными діагоналями.

П р о и з в о д с т в о к л а д к и к р е с т о в ы х ъ с в о д о в ъ. Для производства кладки простого крестоваго свода безъ утолщенія діагональныхъ реберъ и съ горизонтальными шелыгами примѣняется полная опалубка. Для этой цѣли устанавливаются для

четырехъ щековыхъ арокъ уже извѣстныя изъ предыдущаго кружальныя ребра, изъ которыхъ по два противоположныхъ образуютъ опоры для полной опалубки, имѣющей видъ цилиндрическихъ сводовъ. Сперва снабжаютъ кружальныя ребра только одного цилиндра полною опалубкою. На этой опалубкѣ цилиндрическаго свода вычерчиваютъ посредствомъ причалковъ, окрашенныхъ краснымъ карандашомъ, кривыя діагональныхъ реберъ и настилаютъ затѣмъ опалубку распалубокъ другого цилиндрическаго свода, начиная съ противоположныхъ щековыхъ арокъ; при этомъ концы дощечекъ опалубки заостряютъ къ діагональнымъ ребрамъ надлежащимъ образомъ. Если размѣры распалубокъ требуютъ еще дальнѣйшаго поддерживанія, то въ серединѣ цилиндрическаго свода располагаютъ еще промежуточныя кружальныя ребра.

Кладка распалубокъ производится или рядами, параллельными къ оси ихъ (Таб. 36, черт. 276), или перпендикулярно къ діагональнымъ ребрамъ (Таб. 36, черт. 275). Въ послѣднемъ случаѣ устраиваются кружала только для обоихъ діагональныхъ реберъ, при чемъ одно изъ нихъ раздѣляется другимъ пополамъ. Раздѣленное пополамъ кружало врубается верхними концами въ цѣлое (Таб. 36, черт. 277), а мѣсто соединенія обоихъ подпирается подставкою съ вставленными клиньями. Діагональныя кружала устраиваются изъ трехъ косяковъ, изъ который среднiй для выдающихъ діагональныхъ реберъ углубляется относительно обоихъ остальныхъ кружалъ.

Уже при возведеніи окружающихъ стѣнъ оставляется въ нихъ фальцъ, вышиною въ 5″ и глубиною въ 3″, для пятъ распалубокъ. Кладка послѣднихъ производится въ связи съ кладкою діагональныхъ реберъ при рядахъ до 6′ безъ кружалъ, при рядахъ же большей длины кружала становятся необходимыми. Чертежи 278, 279 и 280 на таб. 36 показываютъ перевязку кладки распалубокъ толщиною въ 1/2 кирпича и 1 кирпичъ въ связи съ утолщенными на 1/2 кирпича діагональными ребрами. Кладка свода начинается съ діагональныхъ реберъ.

Если большое помѣщеніе подпружными арками раздѣляется на нѣсколько меньшихъ, то столбы изъ кирпичной кладки со своими устоями, въ которые упираются арки, часто стѣсняютъ пространство, и поэтому иногда замѣняются чугунными колоннами, длина которыхъ обыкновенно бываетъ не больше 8′ до 10′ при поперечникѣ ихъ отъ 6″ до 8″. Толщина стѣнокъ опредѣляется разсчетомъ.

5) **Готическіе своды.** Готическіе своды состоятъ, на подобіе крестовыхъ сводовъ, изъ реберъ, такъ-называемыхъ нервюръ, и изъ заполненій между ними, такъ-называемыхъ запалубокъ. Разница между крестовыми и готическими сводами заключается въ томъ, что послѣдніе обладаютъ болѣе развѣтвленною системою реберъ, горизонтальныя проекціи которыхъ образуютъ болѣе или менѣе сложную сѣть, а большею частью звѣздообразныя фигуры, отчего готическіе своды на нѣмецкомъ языкѣ и носятъ названія: Sterngewölbe или Netzgewölbe. Готическіе своды устраиваются весьма разнообразной формы; нѣкоторые примѣры ихъ показаны въ планѣ на таблицѣ 37, черт. 1—4.

Готическій сводъ можно представить себѣ происходящимъ изъ крестоваго свода вторичнымъ раздѣленіемъ распалубокъ его ребрами, которыя, какъ при крестовомъ сводѣ, частью выходятъ изъ опорныхъ столбовъ, и тогда называются главными ребрами, или же частью служатъ только для связыванія и скрѣпленія главныхъ реберъ и для образованія опредѣленныхъ геометрическихъ фигуръ въ планѣ, и въ такомъ случаѣ носятъ названіе промежуточныхъ реберъ.

При нѣкоторыхъ изъ готическихъ сводовъ подпружныхъ и діагональныхъ реберъ вовсе не имѣется, или послѣднія иногда располагаются только по частямъ (Таб. 37, черт. 4).

Кромѣ разнообразія геометрическихъ фигуръ готическихъ сводовъ въ планѣ, встрѣчается много различныхъ способовъ образованія ихъ. Они устраиваются въ видѣ крестоваго свода съ горизонтальными или приподнятыми шелыгами и съ обыкновенными или вспарушенными распалубками (Таб. 37, черт. 5), въ видѣ коробовыхъ сводовъ безъ распалубокъ или съ таковыми (Таб. 37, черт. 6), въ видѣ монастырскаго, вѣернаго (Таб. 37, черт. 7) и, наконецъ, въ видѣ купольнаго свода (Таб. 37, черт. 8).

Для украшенія внутренней поверхности указанныхъ сводовъ и для упрощенія обтески камней, часто располагаютъ въ точкѣ пересѣченія реберъ такъ-называемые узловые ключи, въ которые упираются ребра.

Для сужденія о правильномъ расположеніи и взаимной зависимости угловыхъ обточекъ сложнаго готическаго свода, пусть представятъ себѣ ребра

простого готическаго свода замѣненными прямолинейными брусками (Таб. 37, черт. 9); въ такомъ случаѣ діагональныя ребра образуютъ простую пирамиду ABCDS, а вставленіемъ промежуточныхъ реберъ получаются опять трехстороннія пирамиды SABE и т. д., для боковыхъ граней которыхъ стороны SA, SB и т. д. главной пирамиды представляютъ основанія.

Если три точки A, B и S неподвижны, то и вершина E маленькой пирамиды SABE будетъ неподвижна, и треугольники ABE, SBE и SAE могутъ служить основаніемъ для другихъ пирамидъ.

Пока вершина S не вытѣснится вверхъ, маленькая пирамида ABSE будетъ устойчива, даже въ такомъ случаѣ, еслибъ она была площе, чѣмъ это представлено на чертежѣ. Если, однако, вершина E приходится въ основаніе ABS или находится даже внизу его, то маленькая пирамида уже болѣе не будетъ устойчива. Изъ этого слѣдуетъ, что каждая узловая точка должна быть расположена вверху плоскости пятовыхъ точекъ реберъ, подпирающихъ упомянутую точку, и что каждая узловая точка должна быть подперта не менѣе чѣмъ тремя ребрами, которыя должны быть направлены такъ, чтобы по обѣимъ сторонамъ каждой вертикальной плоскости, расположенной черезъ узловую точку, находилось по крайней мѣрѣ одно ребро. Далѣе слѣдуетъ, что ребра у узловой точки не должны опускаться внутрь, потому что тогда узловой ключъ спадетъ. Форма и нагрузка свода должны быть такого рода, чтобы вытѣсненіе вершины его вверхъ было невозможно.

Всѣ ребра готическаго свода обладаютъ одинаковою или различною кривизною. Въ первомъ случаѣ производство работы гораздо удобнѣе, чѣмъ въ другомъ, а особенно тогда, если всѣ ребра представляютъ части дуги круга.

Нерѣдко находятся всѣ точки пересѣченія реберъ готическаго свода на поверхности шара, такъ-что всѣ дуги описываются однимъ и тѣмъ же радіусомъ.

Такая конструкція доставляетъ ту выгоду, что обтеска камней и вообще производство работы значительно облегчаются; кромѣ того, ребра въ такомъ случаѣ равномѣрно вырастаютъ изъ опорныхъ столбовъ, такъ-что они въ произвольномъ горизонтальномъ разрѣзѣ имѣютъ равное разстояніе отъ послѣднихъ. Напротивъ того, предлагаемая конструкція оказываетъ тотъ недостатокъ, что центры отдѣльныхъ реберъ, за исключеніемъ главныхъ діагональныхъ реберъ, находятся ниже плоскости началъ свода, такъ-что ребра поднимаются непосредственно надъ опорами въ наклонномъ направленіи. Въ виду этого, располагаютъ центры всѣхъ реберъ обыкновенно въ плоскости началъ свода и принимаютъ заданными кривую направляющую a′ f′ b′ (Таб. 37, черт. 10 и 11) щековыхъ арокъ и дугу впарушенія трехъ шелыгъ.

Этотъ способъ устройства готическихъ сводовъ въ самомъ дѣлѣ доставляетъ ту выгоду, что всѣ ребра подымаются вертикально изъ плоскости началъ свода, но за то оказываетъ тотъ значительный недостатокъ, что всѣ ребра должны построиваться радіусами разной величины. Вслѣдствіе этого, ребра вырастаютъ изъ опорныхъ столбовъ съ совершенно различнымъ наклономъ, такъ-что, при горизонтальномъ разрѣзѣ выше плоскости началъ свода, ребра съ меньшими радіусами глубже вдаются въ пространство, перекрытое сводомъ, чѣмъ ребра, описанныя радіусами большей длины.

Форма отдѣльныхъ дугъ для реберъ находится при помощи способа совмѣщенія ихъ въ горизонтальную плоскость проекціи, здѣсь въ плоскость началъ свода. Для опредѣленія діагональной дуги, возстановляютъ въ точкѣ o (Таб. 37, черт. 10 и 11) горизонтальной проекціи искомой дуги перпендикуляръ $op' = o'p$, соединяютъ a съ p′ и возстановляютъ въ серединѣ разстоянія ap′ перпендикуляръ, пересѣкающійся съ продолженіемъ прямой a o въ точкѣ s. Такъ-какъ центры всѣхъ реберъ должны лежать въ плоскости началъ свода, то точка s представляетъ центръ искомой дуги надъ хордою ap′.

Дугу ребра ac получаютъ, продолжая ac до точки пересѣченія x съ горизонтальною проекціею верхней линіи свода; тогда извѣстна высота точки x′ надъ плоскостью началъ свода $yx' = xx'$ и извѣстнымъ образомъ опредѣляется центръ r дуги ax′ и одновременно и дуги ac.

Такъ-какъ точка d′ имѣетъ равную высоту какъ c′ и высота точки f′ дана, то легко получается центръ u на прямой de и вмѣстѣ съ тѣмъ дуга c′ f′. Дуга c′ p′ опредѣляется равнымъ образомъ. Если слѣдуетъ показать въ вертикальномъ разрѣзѣ точки (g, h) профили реберъ, то опредѣляютъ прежде всего горизонтальныя проекціи этихъ точекъ; тогда получается, извѣстнымъ обра-

зомъ, высота ихъ и вмѣстѣ съ тѣмъ положеніе въ вертикальномъ разрѣзѣ.

Построеніе дугъ реберъ при другихъ условіяхъ, чѣмъ они были заданы въ предыдущемъ примѣрѣ, не представляетъ никакихъ затрудненій и производится подобнымъ образомъ, какъ это только-что было показано.

Производство кладки готическихъ сводовъ. Производство кладки готическихъ сводовъ бываетъ довольно просто, потому что одни лишь ребра во время работы поддерживаются кружалами. Если кладка реберъ совершенно осѣла и растворъ въ достаточной мѣрѣ отвердѣлъ, то кладка запалубокъ производится изъ руки.

Ребра состоятъ обыкновенно изъ тесанаго камня съ болѣе или менѣе сложною профилью, между тѣмъ какъ запалубки устраиваются почти исключительно изъ кирпича по возможности меньшаго вѣса. Но встрѣчаются иногда также ребра изъ лекальныхъ кирпичей (Таб. 37, черт. 20). Кирпичныя ребра устраиваются отдѣльно или въ связи съ кладкою запалубокъ.

Отдѣльныя ребра упираются обыкновенно въ четвертныя колонки, полуколонки или свободно стоящіе столбы. Ядро послѣднихъ бываетъ обыкновенно круглаго сѣченія, но встрѣчается также квадратное сѣченіе его или квадратное, поставленное наискось.

Вокругъ ядра расположены выше упомянутыя четвертныя колонки, полуколонки и т. п.

Толщина готическихъ сводовъ. Размѣры реберъ и запалубокъ готическихъ сводовъ опредѣляются, лучше всего, разсчетомъ, такъ-какъ эмпирическія правила, по разнообразію формы этихъ сводовъ, мало надежны. Эти эмпирическія правила даны въ слѣдующемъ.

Толщина запалубокъ изъ хорошаго кирпича дѣлается при пролетахъ до 32′ въ $^1/_2$ кирпича. Если запалубки устроены изъ тесанаго камня, то толщина ихъ должна быть принимаема не меньше 8″ и только въ исключительныхъ случаяхъ, при отличномъ матеріалѣ, отъ 4″ до 8″. Если запалубки нагружены, то слѣдуетъ увеличить толщину ихъ соотвѣтственно нагрузкѣ.

Толщина реберъ изъ тесанаго камня при сводахъ съ діагональнымъ пролетомъ до 32′ должна составлять приблизительно 10″, 12″ до 14″, а ширина ихъ — 7″, 8″ до 10″.

Ребрамъ изъ обыкновенныхъ кирпичей или особыхъ бо́льшихъ или меньшихъ лекальныхъ кирпичей при выше приведенномъ пролетѣ можно давать ширину приблизительно отъ 1 до $1^1/_2$ кирпичей и толщину отъ $1^1/_2$ до 2 кирпичей.

Ребра готическихъ сводовъ небольшого пролета часто оказываютъ меньшія поперечныя сѣченія шириною въ $3^3/_4$″ и высотою въ 6″.

6) **Вѣерные или норманскіе своды.** Внутренняя поверхность вѣерныхъ или норманскихъ сводовъ состоитъ цѣликомъ или большею частью изъ пересѣкающихся частей поверхностей вращенія, оси которыхъ бываютъ продолженіе осей опорныхъ столбовъ или вертикали въ углахъ плана помѣщенія, перекрытаго вѣернымъ сводомъ. Производящая поверхностей вращенія можетъ быть четверть круга, половина стрѣльчатой дуги или часть эллипса или коробовой дуги. Отдѣльныя части поверхностей вращенія, составляющія внутреннюю поверхность вѣернаго свода, обладаютъ въ такомъ случаѣ воронкообразною формою.

Примемъ за производящую поверхностей вращенія четверть окружности круга на половинѣ ad діагонали ab квадратнаго плана (Таб. 37, черт, 12 и 13), то получимъ верхнюю линію вѣернаго свода въ вертикальномъ разрѣзѣ, опредѣляя нѣкоторыя точки ея. Для этой цѣли дѣлаютъ $cd' = ad$, т.-е. равнымъ радіусу производящей. Около центра d′ описываютъ четверть окружности круга; тогда d′ d представляетъ высоту вершины свода надъ плоскостью началъ его, откладываемую на средней ординатѣ въ точкѣ m. Равнымъ образомъ опредѣляются точки e и f верхней линіи, какъ это ясно будетъ изъ чертежей. Аксонометрическій видъ полученнаго такимъ образомъ вѣернаго свода представленъ на таблицѣ 37, черт. 14.

Такіе своды устраиваются въ зданіяхъ, отдѣлываемыхъ въ готическомъ стилѣ, такъ-какъ всѣ кривыя, происходящія отъ пересѣченія поверхностей вращенія, представляютъ стрѣльчатыя дуги.

Если стрѣльчатая дуга не оказывается приличною, что случается при зданіяхъ, при которыхъ за направляющую кривую арокъ и сводовъ принята полуокружность круга, то берутъ за производящую вѣернаго свода четверть окружности круга съ радіусомъ ab′ (Таб. 37, черт. 15 и 16). Въ такомъ случаѣ всѣ поверхности не пересѣкаются между собою, но только касаются въ точкахъ b′ b′.

Въ серединѣ свода остается четыреугольный промежутокъ, въ который вписывается кругъ

закрываемый плоскою скуфейкою. Треугольныя части промежутка заполняются плоскими сводиками, кладка которыхъ производится въ елку. Въ указанномъ примѣрѣ поверхность вращенія на четверти квадратнаго плана раздѣлена вертикальными плоскостями a c и a c′ на три равныхъ части. Вертикальныя проекціи кривыхъ пересѣченія этихъ вертикальныхъ плоскостей съ поверхностью вращенія легко могутъ опредѣлиться, потому что точки 11.., 22.., 33... и т. д. находятся на равной высотѣ и въ равномъ разстояніи отъ оси вращенія. Конструкція будетъ ясна изъ чертежей.

Производство кладки вѣернаго свода. При вѣерныхъ сводахъ всѣ раздѣльныя линіи, образующія въ планѣ сѣть, производятся на подобіе готическихъ сводовъ, при помощи реберъ изъ тесанаго камня съ профилями, а промежуточныя части свода съ незначительнымъ вспарушеніемъ и малой толщины изъ легкаго кирпича. Но встрѣчаются также вѣерные своды безъ выступающихъ реберъ, особенно тогда, если они цѣликомъ состоятъ изъ кирпича и оставляются безъ штукатурки.

7) **Парусные или богемскіе своды.** Форма свода. Внутренняя поверхность парусная или богемскаго свода представляетъ часть поверхности шара, вырѣзанную изъ послѣдней внутреннею поверхностью стѣнъ, ограждающихъ перекрытое сводомъ пространство. Изъ свойства шара слѣдуетъ, что каждый разрѣзъ его произвольною плоскостью представляетъ, какъ кривую пересѣченія, кругъ, и поэтому щековыя арки паруснаго или богемскаго свода и вообще всѣ вертикальные разрѣзы его представляютъ дуги круга шара, образующаго основную форму паруснаго свода. Такъ-какъ поверхность шара имѣетъ съ произвольной точки ея по всѣмъ направленіямъ уклонъ, то слѣдуетъ изъ этого обстоятельства, что всѣ ограждающія стѣны служатъ опорами паруснаго свода.

Планъ помѣщенія, перекрываемаго паруснымъ сводомъ, можетъ имѣть произвольную форму. Чаще всего встрѣчаются квадратная и прямоугольная формы плана.

Чертежъ 284 на таб. 36 представляетъ аксонометрическій видъ внутренней поверхности паруснаго свода.

При пролетахъ до 20′ стрѣлка паруснаго свода принимается отъ $1/12$ до $1/18$ пролета, а при бóльшихъ — отъ $1/8$ до $1/10$ пролета.

Толщина паруснаго свода и опоръ ихъ. При пролетахъ до 20′ толщина свода дѣлается въ $1/2$ кирпича, а при значительной нагрузкѣ свода въ 1 кирпичъ.

Опорамъ даютъ толщину въ $1/4$ до $1/3$ пролета.

Если парусные своды перекрываютъ подвальныя помѣщенія, то обыкновенная толщина ограждающихъ стѣнъ оказывается достаточною для сопротивленія распору свода.

Производство кладки паруснаго свода. Для производства кладки паруснаго свода, кружальныя ребра бываютъ необходимы лишь по направленіямъ діагоналей плана помѣщенія, перекрытаго сводомъ; въ прочемъ кладка производится діагональными рядами, т.-е. въ елку, безъ кружалъ.

Чертежи 285, 286 a и 286 b на таб. 38 показываютъ планъ и вертикальные разрѣзы паруснаго свода. Обыкновенно дана стрѣлка a g свода. Положеніе центра m шара, часть поверхности котораго образуетъ парусный сводъ, опредѣляется при помощи данной стрѣлки слѣдующимъ образомъ.

Соединяютъ точки a и b (Таб. 38, черт. 286 a) прямою линіею и раздѣляютъ разстояніе пополамъ; съ точки e дѣленія возстановляютъ перпендикуляръ къ прямой a b, который пересѣкается въ точкѣ m съ вертикальною линіею черезъ вершину a. Эта точка m представляетъ искомый центръ шара и, вмѣстѣ съ тѣмъ, и центръ главнаго круга его, образующаго вертикальный разрѣзъ внутренней поверхности паруснаго свода по C D.

Для опредѣленія кривой пересѣченія ff′ (Таб. 38, черт. 286 a) внутренней поверхности паруснаго свода съ одною изъ ограждающихъ стѣнъ, представляющей также дугу круга, описываютъ въ планѣ изъ горизонтальной проекціи m центра шара кругъ съ радіусомъ шара и продолжаютъ сторону h i прямоугольнаго плана до пересѣченія съ описаннымъ кругомъ въ точкѣ e. Тогда разстояніе d e представляетъ радіусъ искомой дуги пересѣченія, которая описывается изъ точки m. Точно такъ же поступаютъ при опредѣленіи дуги пересѣченія надъ другою стороною прямоугольнаго плана.

Пазухи паруснаго свода также забучиваются, но только на углахъ.

Въ планѣ парусный сводъ обозначается опрокинутыми направляющими щековыхъ арокъ.

На чертежѣ 286 с таб. 38 показанъ аксонометрическій видъ парусного свода.

8) **Бочарные своды.** Форма бочарнаго свода. Бочарный сводъ походитъ по виду на парусный сводъ. Можно себѣ представить его образованнымъ надъ прямоугольнымъ помѣщеніемъ слѣдующимъ образомъ.

Данная вертикальная плоская кривая c a d (Таб. 38, черт. 287), представляющая направляющую двухъ противоположныхъ щековыхъ арокъ, двигается параллельно къ самой себѣ такъ, что точка a слѣдуетъ по другой данной плоской кривой a b, представляющей направляющую обѣихъ другихъ щековыхъ арокъ. При этомъ движеніи кривая a a (см. вертикальный разрѣзъ) описываетъ внутреннюю поверхность бочарнаго свода.

Изъ этого слѣдуетъ, что въ параллельныхъ вертикальныхъ разрѣзахъ получаются кривыя одинаковой формы.

Устройство бочарнаго свода бываетъ проще, чѣмъ устройство парусного, почему онъ часто примѣняется взамѣнъ послѣдняго.

Въ сложныхъ или прусскихъ сводахъ, парусный или богемскій и бочарный своды нерѣдко замѣняютъ плоскій цилиндрическій.

9) **Куполы или купольные своды.** Различаютъ полные куполы, полукуполы и церковные куполы.

а. *Полный куполъ.* Полный куполъ образуетъ полушаръ, покрывающій помѣщеніе съ круглымъ планомъ (Таб. 37, черт. 17 и 18). Вмѣсто куполовъ въ видѣ полушара встрѣчаются также таковые въ видѣ полуэллипса, большая ось котораго имѣетъ вертикальное положеніе.

Внутренняя поверхность купола можетъ быть разсматриваема какъ поверхность вращенія, происходящая отъ вращенія четвертного круга или эллипса или иногда также стрѣльчатой арки около вертикальной оси, возстановленной изъ центра основанія.

Сомкнутые своды, устроенные на многоугольномъ основаніи, по сходству ихъ въ формѣ съ куполомъ, называются иногда многогранными куполами.

Если кривую производящую купола раздѣляютъ на нечетное число равныхъ частей и возстановляютъ въ точкахъ дѣленія нормальныя къ упомянутой кривой прямыя, то получаютъ отъ вращенія этихъ нормальныхъ прямыхъ около извѣстной вертикальной оси сопрягающія поверхности купола, представляющія части круговыхъ конусовъ. Круговыя линіи, въ которыхъ эти конусы пересѣкаются съ внутреннею поверхностью купола, образуютъ пояса или кольцевыя ребра купола.

Каждый поясъ купола составляется изъ отдѣльныхъ клиньевъ, а ключъ въ вершинѣ долженъ состоять изъ цѣльнаго камня.

Стыки клиньевъ лежатъ въ меридіанальныхъ плоскостяхъ и располагаются въ смежныхъ поясахъ въ перевязку.

Наружная поверхность купола обладаетъ также формою поверхности вращенія или устраивается цилиндрическими уступами.

Цилиндрическія стѣны, ограждающія помѣщеніе, перекрытое куполомъ, представляютъ по всему своему протяженію опорныя стѣны.

Высота опорныхъ стѣнъ купола должна быть принимаема не меньше подъема или радіуса купола; иначе помѣщеніе, перекрытое куполомъ, кажется подавленнымъ.

Каждый поясъ клиньевъ купола составляетъ полное кольцо, такъ-что куполъ остается устойчивымъ даже въ такомъ случаѣ, если снимается ключъ или сверху произвольное число поясовъ. Это свойство купола доставляетъ возможность, оставлять для освѣщенія въ вершинѣ его отверстіе произвольной величины. Не смотря на это, для болѣе надежнаго обезпеченія устойчивости купола, рекомендуется ограничить упомянутое отверстіе особо устроеннымъ поясомъ изъ тесанаго камня или кругообразнымъ гуртомъ изъ кирпича.

Если при куполахъ изъ кирпича верхняго отверстія для освѣщенія нѣтъ, то, не смотря на это, кругообразный гуртъ оказывается необходимымъ, потому что пояса купола вблизи вершины не могутъ быть устраиваемы въ кругломъ видѣ, даже тогда, если толщина ихъ дѣлается только въ $1/2$ кирпича. Во избѣжаніе этого неудобства располагается выше упомянутый кругообразный гуртъ на опредѣленномъ разстояніи отъ вершины, чѣмъ получается возможность, производить кладку внутри его въ елку.

Если вертикальный разрѣзъ купола не представляетъ полукруга, но сегментъ круга, то получается плоскій куполъ.

б. *Полукуполъ.* Полукуполъ служитъ для пе-

рекрытія помѣщеній, имѣющихъ въ планѣ форму полукруга. Чтобы удовлетворять условіямъ устойчивости, открытая часть полукупола должна упираться въ стѣну или въ другой сводъ, у котораго кривая направляющая обладаетъ одинаковою формою и величиною съ производящею полукупола, такъ-что послѣдній представляетъ продолженіе этого другого, обыкновенно цилиндрическаго свода.

Толщина куполовъ. Если куполы устраиваются изъ кирпича, то можно давать имъ слѣдующія измѣренія:

Пролетъ	Толщина въ ключѣ	Толщина въ пятахъ
12′	½ кирпича	½ кирпича
18′	1 кирпичъ	1 кирпичъ
24′	1 „	1½ кирпича
30′	1½ кирпича	2 „

По правилу Рондле должно давать опорамъ куполовъ толщину, равную толщинѣ опоръ коробового свода того же пролета, или ⅛ поперечника купола.

Производство кладки куполовъ. Куполы устраиваются по возможности изъ легкаго матеріала, который, не смотря на то, долженъ имѣть достаточное сопротивленіе сжатію. Наиболѣе употребительный матеріалъ для кладки куполовъ представляютъ пустотѣлые кирпичи, обладающіе нерѣдко формою горшковъ. Въ настоящее время употребляются въ дѣло также обыкновенные пустотѣлые кирпичи, пористые и таковые изъ кирпичнаго шлака и, кромѣ того, камни изъ пемзы и туфа.

Кладка куполовъ производится концентрическими рядами, при чемъ куполы небольшого пролета, по центральному направленію всѣхъ швовъ, не нуждаются въ особыхъ кружалахъ. Просто на козлахъ или неподвижно установленной сваѣ отмѣчаютъ центръ купола при помощи проушины или универсальнаго шарнира; къ послѣднему прикрѣпляется прутъ однимъ концомъ, между тѣмъ какъ на другомъ концѣ его дѣлаются отмѣтки, означающія форму внутренней поверхности купола. Прутъ самъ означаетъ въ каждомъ положеніи линію, нормальную къ поверхности шара. Этотъ прутъ допускаетъ удобное движеніе. Чтобы кирпичи у вершины купола, имѣющіе крутое поположеніе, до сомкнутія кольца не скользили съ постелей, удерживаютъ ихъ помощью прижимныхъ веревокъ, къ одному концу которыхъ привѣшены кирпичи, между тѣмъ какъ другой конецъ ихъ укрѣпляется посредствомъ гвоздя въ швахъ наружной поверхности купола (Таб. 37, черт. 19).

При куполахъ бóльшихъ пролетовъ устанавливается одно лишь полукруглое лекало, удобовращающееся около вертикальной оси, возставленной въ центрѣ купола, а при куполахъ весьма значительныхъ размѣровъ, какъ они встрѣчаются въ церквахъ, приготовляется полная опалубка на полукруглыхъ кружалахъ.

Куполы изъ тесанаго камня также требуютъ полной опалубки.

Кладка полукуполовъ производится такимъ же образомъ, какъ кладка полныхъ куполовъ.

Внутренная поверхность куполовъ часто украшивается ящиками или кессонами, которые кладутся по заранѣе приготовленнымъ шаблонамъ.

Для большей прочности и устойчивости, пазухи куполовъ забучиваются.

в. *Церковные куполы.* Сводъ особаго вида получается, если при парусномъ сводѣ, напр. на квардратномъ планѣ (Таб. 39, черт. 1), центръ скуфьи а принимается выше плоскости началъ свода.

Въ такомъ случаѣ скуфья а не образуетъ одной поверхности съ треугольными парусами bb..

Скуфья церковнаго купола можетъ быть полный куполъ.

Треугольные паруса располагаются различнымъ образомъ. Чаще всего встрѣчается, что направляющая щековой арки треугольныхъ парусовъ представляетъ полуокружность круга, какъ это показано на таблицѣ 39, черт. 2—4. Чертежъ 3 представляетъ вертикальный разрѣзъ по ab, а чертежъ 4 — разрѣзъ по діагонали квадратнаго плана. Паруса упираются въ указанномъ примѣрѣ въ четыре подпружныхъ арки, передающія нагрузку на четыре столба или пилона.

Если между парусами и куполомъ вставляется еще цилиндрическая стѣна, такъ-называемый барабанъ, то получается сводъ, носящій названіе церковнаго купола (Таб. 39, черт. 5 и 6).

Форма плана помѣщеній, покрытыхъ церковнымъ куполомъ, можетъ быть квадратная и многоугольная.

Барабанъ нерѣдко состоитъ изъ двухъ частей: изъ глухой и изъ свѣтлой. Первая, расположенная подъ свѣтлою частью, находится на высотѣ

кровель, покрывающихъ части церкви вокругъ барабана, а въ другой, свѣтлой части барабана помѣщены окна.

Надъ куполомъ иногда устраивается еще фонарь.

Если требуется расположеніе оконъ выше началъ купола, то необходимы распалубки, которымъ, по центральнымъ свойствамъ купола, даютъ, лучше всего, коническую форму.

Производство кладки парусовъ. Кладка парусовъ незначительныхъ размѣровъ производится свѣшивающимися рядами съ горизонтальными постелями, а не по роду свода. При парусахъ значительной величины кладка производится, какъ при куполахъ, коническими кольцами, при чемъ, однако, нижняя часть парусовъ образуется, по возможности, свѣшивающимися рядами. Производство кладки парусовъ концентрическими арками не рекомендуется, потому что послѣднія, при нагрузкѣ купола, производятъ распоръ на начала подпружныхъ арокъ, оказывающій стремленіе вытѣснять ихъ изъ связи кладки.

10) **Лотковые своды.** Лотковые своды составляются изъ коробового свода, къ щекамъ котораго прислоняются половинчатые монастырскіе своды (Таб. 39, черт. 7 и 8). Лотковыми сводами покрываются продолговатыя четыреугольныя помѣщенія, длинныя ограждающія стѣны которыхъ представляютъ опоры коробового свода и должны быть параллельны другъ къ другу, между тѣмъ какъ короткія ограждающія стѣны, въ которыя упираются половинчатые монастырскіе своды, могутъ имѣть положеніе прямоугельное или косоугольное къ длиннымъ стѣнамъ. Вмѣсто вершины, какъ при монастырскомъ сводѣ, лотковый сводъ обладаетъ болѣе или менѣе длинною верхнею линіею собственнаго коробового свода. Въ конечныхъ точкахъ верхней линіи должны пересѣкаться выдающіяся ребра лотковаго свода. Горизонтальныя проекціи выдающихся реберъ представляютъ биссектрисы угловъ, образуемыхъ ограждающими стѣнами.

Все сказанное относительно монастырскаго свода находитъ примѣненіе и при лотковомъ сводѣ.

Лотковые своды играютъ въ строительномъ дѣлѣ только маловажную роль, даже въ такомъ случаѣ, если придаютъ имъ вставленіемъ распалубокъ болѣе красивый видъ. Нерѣдко лотковые своды служатъ для покрытія казематовъ, въ какомъ случаѣ они требуютъ значительной толщины.

Изъ чертежа 9 на таблицѣ 39 видно, что производство кладки лотковаго свода ни въ чемъ не различается отъ производства кладки монастырскаго свода.

11) **Плоскіе и зеркальные своды.** а. *Плоскіе своды.* Плоскими сводами называются своды, внутренняя поверхность которыхъ обладаетъ только незначительною выпуклостью, такъ-что они приблизительно представляютъ видъ плоскости. Смотря по виду опоръ, различаютъ различныя формы плоскаго свода.

Если даны двѣ параллельныхъ прямыхъ, какъ главныя опоры свода, то получается плоскій коробовой сводъ; если даны четыре прямыхъ, то — плоскій сомкнутый сводъ, и если даны четыре точки, то — плоскій парусный сводъ.

Пролетъ пространства, покрываемаго плоскимъ сводомъ, долженъ быть не меньше 10′, а опоры свода должны быть совершенно неподвижны.

б. *Зеркальные своды.* Зеркальный сводъ получается, если лотковый сводъ между пятами и верхнею линіею срѣзывается горизонтальною плоскостью и происходящее отъ этого отверстіе закрывается плоскимъ, почти прямолинейнымъ сводомъ (Таб. 39, черт. 10 и 11). Части лотковаго свода, входящія въ составъ зеркальнаго свода, называются поддугами, а средняя плоская часть носитъ названіе зеркала. Зеркало иногда служитъ для расположенія верхняго освѣщенія. Въ указанномъ примѣрѣ направляющая поддугъ представляетъ четверть окружности круга; но встрѣчается, взамѣнъ ея, также плоская арка. Въ послѣднемъ случаѣ кладка цѣлаго зеркальнаго свода производится въ елку (Таб. 39, черт. 12 и 13). Чертежъ 12 показываетъ діагональный разрѣзъ свода. Нерѣдко устраивается въ поддугахъ непрерывный рядъ распалубокъ. Всѣ ограждающія стѣны помѣщенія, покрытаго зеркальнымъ сводомъ, представляютъ опорныя стѣны.

Кладка зеркала производится всегда со стрѣлкою въ $^1/_{36}$ пролета. Не надо выравнивать кривизну внутренней поверхности зеркала штукатуркою, потому что она бываетъ незамѣтна.

Зеркало отдѣляется отъ поддугъ болѣе или менѣе сложными гзимсами.

Пяты поддугъ образуются, лучше всего, спускными рядами кладки опорныхъ стѣнъ (Таб. 40, черт. 1). Иногда поддуги даже цѣликомъ устраиваются въ видѣ спускныхъ рядовъ, которымъ при

помощи штукатурки придаютъ видъ гальтели, вверху ограничивающейся гзимсомъ зеркала изъ штукатурки (Таб. 40, черт. 2). Для обезпечиванія и поддерживанія свѣшивающихся опоръ, оказывается цѣлесообразнымъ, закладывать въ опорныхъ стѣнахъ, при помощи цементнаго раствора, желѣзные тавры соотвѣтственной длины.

Зеркальный сводъ подобнаго вида собственно представляется простымъ прямолинейнымъ сводомъ и долженъ устраиваться съ пролетомъ не больше 11′.

Простымъ зеркальнымъ сводомъ могутъ покрываться помѣщенія квадратнаго и прямоугольнаго плана и таковыя, планъ которыхъ имѣетъ правильную форму.

На чертежахъ 3 и 4 таб. 40 показанъ зеркальный сводъ надъ помѣщеніемъ съ квардратнымъ планомъ. Кромѣ собственнаго вѣса, вертикальные своды не должны подвергаться никакой другой нагрузкѣ.

Если у помѣщеній, покрываемыхъ зеркальнымъ сводомъ, пролетъ болше 11′, то образуется сводъ при помощи остова изъ желѣзныхъ балокъ. Въ такомъ случаѣ желѣзный остовъ представляетъ поддерживающую часть потолка, между тѣмъ какъ сводики между желѣзными балками служатъ для образованія зеркала свода.

Устройство желѣзнаго остава и общее расположеніе зеркальнаго свода предлагаемаго вида съ распалубками показаны на таблицѣ 40, черт. 5 до 7.

У ограниченія зеркала и иногда еще внутри его расположены двутавровыя балки a a и a_1 a_1 . . ., а при большихъ пролетахъ, клепанныя (Таб. 40, черт. 8) или трубчатыя балки (Таб. 40, черт. 9), упирающіяся въ ограждающія стѣны и укрѣпляющіяся въ нихъ желѣзными якорями. Въ балки a a, представляющія ограниченіе зеркала съ двухъ противоположныхъ сторонъ, упираются желѣзныя балки b b, совпадающія съ ограниченіемъ зеркала съ обѣихъ другихъ сторонъ. Вверху поддугъ балки a a, a_1 a_1 . . ., и b b иногда поддерживаются еще желѣзными консолями. Внутри рамъ, образуемыхъ изъ названныхъ балокъ, расположены еще промежуточныя балки c c . . на разстояніи другъ отъ друга приблизительно въ 3′. Эти промежуточныя балки служатъ опорами для плоскихъ сводиковъ со стрѣлкою въ 1″ или прямыхъ сводовъ, образующихъ зеркало свода.

Толщина зеркальныхъ сводовъ. Толщину зеркальныхъ сводовъ и опоръ ихъ опредѣляютъ, лучше всего, разсчетомъ по способу графической статики, при чемъ поступаютъ точно такъ же, какъ при коробовыхъ сводахъ. Относительно этого разсчета указываемъ на „Приложеніе“.

Такъ-какъ у зеркальныхъ сводовъ посторонней нагрузки нѣтъ, то приходится принимать въ разсчетъ только собственный вѣсъ ихъ.

При зеркальныхъ сводахъ небольшихъ пролетовъ толщина поддугъ принимается обыкновенно въ 1 кирпичъ, а толщина зеркала въ $^1/_2$ кирпича.

Если въ поддугахъ устроены распалубки, то толщина ихъ составляетъ $^1/_2$ кирпича.

Производство кладки зеркальныхъ сводовъ. Такъ-какъ зеркальные своды служатъ только для образованія потолка и не предназначены, выдерживать постороннюю нагрузку, то устраиваютъ ихъ изъ легкаго каменнаго матеріала на цементномъ или известково-цементномъ растворѣ. Обыкновенно употребляются въ дѣло обыкновенные пустотѣлые или пористые кирпичи достаточной крѣпости.

При производствѣ кладки зеркальныхъ сводовъ нуждаются въ полной опалубкѣ, поддержанной кружалами. По всему протяженію зеркала S (Таб. 40, черт. 10 и 11) устанавливаютъ главныя кружала a на разстояніи въ 3′ до $4^1/_2$′ другъ отъ друга, къ нимъ прислоняются кружала b для выдающихся реберъ поддугъ и кружала c для поддугъ самихъ.

Впрочемъ поступаютъ такимъ же образомъ, какъ при коробовыхъ сводахъ.

При зеркальныхъ сводахъ между желѣзнымъ оставомъ кладка отдѣльныхъ составныхъ частей свода производится на опалубкѣ. Кружала поддугъ доходятъ въ такомъ случаѣ только отъ пятъ до ограниченія зеркала, между тѣмъ какъ послѣднее устраивается при помощи опалубки, какъ она употребительна при производствѣ кладки плоскихъ сводовъ.

При простыхъ зеркальныхъ сводахъ изъ кирпичей, при которыхъ направляющая поддугъ представляетъ плоскую дугу (Таб. 39, черт. 12 и 13) кладка поддугъ и зеркала производится въ елку; но если направляющая поддугъ — четверть круга, то кладка послѣднихъ производится рядами, параллельными къ ограждающимъ стѣнамъ, а кладка зеркала — въ елку (Таб. 39, черт. 10 и 11)

Въ послѣднемъ случаѣ, для болѣе удобнаго производства кладки зеркала на углахъ, рекомендуется вставленіе тесанаго камня а подходящей формы.

Д. Тяги карнизы.

Тягами называются поясы болѣе или менѣе сложной профили, выступающіе изъ-за поверхности стѣнъ зданія и служащіе преимущественно для украшенія послѣдняго.

Тяги, образующія ограниченіе стѣнъ сверху, имѣютъ, сверхъ того, еще цѣлью, защищать послѣднія отъ стеканія дождевой воды по поверхности ихъ.

а. Раздѣленіе тягъ. По своему назначенію тяги раздѣляются на слѣдущія.

Карнизы. Карнизами называются преимущественно тяги, ограничивающія или вѣнчающія стѣны сверху и представляющія переходъ отъ вертикальной поверхности стѣны къ наклонной кровлѣ зданія.

Названіе „карнизы" употребляется часто въ такомъ же смыслѣ, какъ названіе „тяги".

Пояски. Пояски представляютъ тяги меньшихъ размѣровъ; онѣ служатъ для отдѣленія этажей зданія другъ отъ друга въ фасадѣ и обыкновенно располагаются на равной высотѣ съ потолкомъ.

Наличники. Наличниками называются тяги, служащія для обрамленія оконнхъ и дверныхъ отверстій.

б. Простые обломы. Карнизы составляются изъ нѣкоторыхъ основныхъ элементовъ, такъ-называемыхъ обломовъ, изъ которыхъ важнѣйшіе слѣдующіе.

Полочка а (Таб. 41, черт. 288). Полочка имѣетъ незначительную высоту и служитъ для отдѣленія бóльшихъ обломовъ другъ отъ друга.

Поясъ (Таб. 41, черт. 289). Поясъ имѣетъ бóльшую высоту, чѣмъ полочка, и принадлежитъ къ главнымъ обломамъ карниза.

Иногда поясъ имѣетъ внизу выемку, называемую съемцами (Таб. 41, черт. 290). Эта выемка имѣетъ цѣлью предохранять поверхность стѣнъ отъ стеканія дождевой воды по ней.

Валикъ (Таб. 41, черт. 291). Валикъ имѣетъ полукруглое поперечное сѣченіе и примѣняется для такой же цѣли, какъ полочка.

Валъ (Таб. 41, черт. 292). Валъ имѣетъ ту же самую форму, какъ валикъ, и отличается отъ послѣдняго только бóльшими измѣреніями. Онъ долженъ выражать дѣйствіе груза и примѣняется преимущественно для составленія цокольнаго карниза.

Четвертной валъ (Таб. 41, черт. 293 и 294). Четвертной валъ представляетъ четверть круга и служитъ поддерживающимъ обломомъ.

Выкружка (Таб. 41, черт. 295 и 296). Выкружка представляетъ обратный четвертной валъ и образуетъ, смотря по формѣ, выступающую или вдающуюся часть карниза.

в. Сложные обломы. Къ группѣ сложныхъ обломовъ причисляются нижеслѣдующіе.

Скоція (Таб. 41, черт. 297). Скоція представляетъ вогнутый обломъ. Она состоитъ изъ червертей круга или чертится отъ руки и служитъ для отдѣленія смежныхъ обломовъ другъ отъ друга, или представляетъ переходъ внизъ или вверхъ отъ какого-либо выступа къ другому облому.

Обыкновенный гусекъ (Таб. 41, чертежъ 298) составляется изъ выкружки и червертного вала.

Каблучокъ (Таб. 41, черт. 299 и 300) примѣняется обыкновенно для поддерживанія другихъ обломовъ.

Обратный гусекъ (Таб. 41, черт. 301) и обратный каблучокъ (Таб. 41, черт. 302) примѣняются обыкновенно при составленіи цокольныхъ карнизовъ.

При сотавленіи карнизовъ приходится располагать попеременно кривые и прямые обломы, значительно различающіеся другъ отъ друга своею высотою, такъ-что главные обломы отдѣляются другъ отъ друга небольшими.

Горизонтальныя поверхности а выступающихъ обломовъ должны быть всегда меньше высоты полочекъ b (Таб. 41, черт. 303).

При фасадѣ зданія различаютъ цоколь и стѣны съ пояскомъ и главнымъ карнизомъ.

Цоколь. Высота цоколя дѣлается, смотря по надобности, весьма различною; она должна составлять при хозяйственныхъ постройкахъ не менѣе 1′, при жилыхъ зданіяхъ для рабочихъ и т. п. не менѣе 2′ и при свободно стоящихъ важныхъ зданіяхъ приблизительно 3′ и больше.

Простѣйшую форму цоколя представляетъ выступъ со скошенными кромками.

Чертежи 304, 304а и 305 на таб. 41 показываютъ три примѣра для цоколей болѣе изящнаго вида.

Пояски. Высота поясковъ дѣлается отъ $^1/_{15}$ до $^1/_{12}$ высоты этажа, т.-е. приблизительно 1′. Ширина или свѣсъ принимается въ $^2/_3$ до $^3/_4$ ихъ высоты (Таб. 41, черт. 306—309). На пояски располагаютъ иногда цоколь высотою отъ 6″ до 8″ и со свѣсомъ въ 1″, представляющій простой выступъ (Таб. 41, черт. 310).

Кромѣ поясковъ встрѣчаются еще часто тяги подобной формы, находящіяся на равной высотѣ съ подоконниками и образующія, вмѣстѣ съ цоколемъ, надъ пояскомъ парапетъ. Высота парапета дѣлается отъ 2′ 8″ до 3′, между тѣмъ какъ выше упомянутыя тяги или карнизы образуютъ $^1/_6$ этой высоты. Свѣсъ тяги дѣлается приблизительно въ $^2/_3$ высоты ея.

При зданіяхъ изъ кирпичной кладки вчернѣ, т.-е. безъ штукатурки, подобные карнизы образуются двумя рядами кирпичей плашмя. При низкихъ зданіяхъ эти карнизы обыкновенно не проходятъ по всей длинѣ фасада и ограничиваютъ только оконныя отверстія снизу (Таб. 41, черт. 311)

Главный карнизъ. Простой карнизъ дѣлается при одно- и двухэтажныхъ зданіяхъ приблизительно высотою отъ $^1/_{18}$ до $^1/_{15}$, а при многоэтажныхъ въ $^1/_{20}$ всей высоты ихъ, считая отъ поверхности земли до верхняго края карниза.

Если, кромѣ того, располагаются еще фризы и архитравъ, то высота всего карниза принимается отъ $^1/_{12}$ до $^1/_7$, относительно отъ $^1/_{15}$ до $^1/_{12}$ всей высоты зданія.

Высота такого главнаго карниза, состоящаго изъ трехъ частей, не смотря на то, должна быть всегда меньше высоты цоколя.

Чертежъ 312 на таб. 41 показываетъ простѣйшую форму карниза. Онъ составляется изъ трехъ частей, а именно: изъ такъ-называемаго вѣнчающаго гзимса A, пояса или слезника B и поддерживающаго гзимса C.

Свѣсъ карниза, который часто обусловливается матеріаломъ и толщиною стѣнъ, зависитъ отъ характера и значенія зданія; обыкновенно онъ дѣлается равнымъ высотѣ карниза, но иногда также меньше.

Чертежъ 313 на таб. 42 показываетъ главный карнизъ, состоящій изъ архитрава A, фриза B и собственнаго карниза C.

Архитравъ A служитъ часто только для нижняго ограниченія фриза, и въ такомъ случаѣ придаютъ ему небольшую высоту.

Фризъ располагается заподлицо съ поверхностью стѣны и можетъ оставаться гладкимъ, или снабжается украшеніями.

Устройство карнизовъ. Всѣ выше показанные виды тягъ или карнизовъ устраиваются изъ тесаныхъ камней или изъ кирпичной кладки, предназначенной подъ штукатурку, или, наконецъ, просто изъ выступающихъ рядовъ кирпичей, расположенныхъ различнымъ образомъ, какъ это будетъ показано въ слѣдующихъ примѣрахъ.

Для устройства карнизовъ требуется, чтобы центръ тяжести каждаго ряда, входящаго въ составъ карниза, проектировался на рядъ, подъ нимъ находящійся, и чтобы общій центръ тяжести приходился на стѣну.

При карнизахъ изъ тесанаго камня и при выше указанной величинѣ свѣса легко можно удовлетворять этимъ условіямъ, придавая карнизнымъ камнямъ надлежащую длину, какъ это показано на чертежѣ 314 a на таб. 42; но при карнизахъ, устраиваемыхъ изъ кирпичной кладки безъ помощи другихъ матеріаловъ, свѣсъ зависитъ отъ длины кирпича и обыкновенно дѣлается въ четверть кирпича, и долженъ быть непремѣнно не больше полукирпича.

Карнизы изъ кирпичной кладки, предназначенной подъ штукатурку. Чтобы при устройствѣ такихъ карнизовъ избѣгать сложной притески кирпичей, располагаютъ ряды кладки сообразно съ обломами карниза. Штукатурка карнизовъ и тягъ производится при помощи шаблоновъ, представляющихъ досчатый щитъ, съ одного края котораго вырѣзана профиль карниза. Шаблоны обыкновенно оковываются листовымъ желѣзомъ. Шаблонъ A (Таб. 42, черт. 314 b) двигается направляющимъ брускомъ a b по такъ-называемому правилу e f, прикрѣпленному къ стѣнѣ желѣзными крючками. Вертикальное положеніе шаблона сохраняется подкосами c и d, соединяющими шаблонъ съ горизонтальнымъ брускомъ a b и служащими одновременно ручками при движеніи шаблона.

Иногда устраиваютъ карнизы изъ кирпичной кладки, предназначенной подъ штукатурку, при помощи слезника или спусковой плиты a изъ тесанаго камня, цемента, бетона или обожженной глины (Таб. 42, черт. 314 c), но при карнизахъ большого свѣса располагаютъ подъ кладкою карниза рѣшетку изъ полосового желѣза (черт. 314 d и e).

Желѣзные бруски a, расположенные перпендикулярно къ стѣнѣ и называемые **пальцами**, имѣютъ разстояніе другъ отъ друга отъ $2^1/_2{}'$ до 4′ и состоятъ изъ полосового желѣза толщиною въ $^3/_8{}''$ (1 cm) и шириною въ 2″ (5 cm), поставленнаго на ребро. На наружные концы пальцевъ кладутъ полосовое желѣзо b, толщиною въ $^5/_{16}{}''$ (0,8 cm) и шириною въ $1^9/_{16}{}''$ (4 cm), непосредственно поддерживающее слезникъ или спусковую плиту изъ ряда кирпичей, поставленныхъ на ребро, или изъ двухъ рядовъ кирпичей плашмя. Длина пальцевъ бываетъ такая, чтобы горизонтальныя ихъ колѣна a были вдвое длиннѣе свѣса спусковой плиты или слезника, а вертикальныя колѣна проходили черезъ два три ряда кирпичной кладки.

Чтобы наружные концы пальцевъ не разгибались внизъ, располагаютъ подъ ними короткіе куски c изъ полосового желѣза.

На углахъ пальцы должны быть располагаемы плашмя, такъ-какъ иначе они разрѣзываютъ кирпичи. На чертежѣ 314 f на таб. 42 представленъ видъ рѣшетки на углу снизу.

Процессъ оштукатуриванія карнизовъ называется **вытягиваніемъ карнизовъ**.

Карнизы изъ обыкновенныхъ и карнизныхъ кирпичей безъ штукатурки можно составлять по образцамъ, даннымъ на слѣдующихъ чертежахъ.

Образцы для цоколей представляютъ чертежи 315 a—l на таб. 43.

Образцы для поясковъ представляютъ чертежи 316 a—n на таб. 43 и чертежи 316 o и p на таб. 44.

Образцы для главныхъ карнизовъ представляютъ чертежи 317 a—d на таб. 44.

г. Наличники. Наличники бываютъ столь многообразны, что ограничимся показать только нѣсколько простыхъ образцовъ, изображенныхъ на чертежахъ 318 a—g на таб. 44 и на чертежахъ 318 h—p на таб. 45.

E. Штукатурка.

Штукатуркою называется слой раствора различнаго состава, которымъ покрываются поверхности стѣнъ и обыкновенно также потолковъ.

Штукатурка наружныхъ стѣнъ имѣетъ цѣлью, предохранять поверхности ихъ отъ разрушительнаго дѣйствія перемѣнъ въ атмосферѣ и придать имъ болѣе красивый видъ.

Смотря по тому, производится ли штукатурка на наружной поверхности стѣнъ или на внутренней, различаются **наружная** и **внутренняя штукатурка**, и по употребленному въ дѣло матеріалу, который зависитъ отъ назначенія штукатурки — **обыкновенная известковая, гидравлическая, цементная** или **гипсовая штукатурка**. Далѣе по степени совершенства штукатурки различаются еще **простой наметъ, простая или обыкновенная штукатурка, гладкая подъ правило** и **штукатурка по маякамъ**.

Кромѣ того, слѣдуетъ еще принимать въ соображеніе то обстоятельство, состоитъ ли оштукатуриваемая поверхность изъ камня или дерева.

Стѣны изъ булыжной и бутовой кладки остаются лучше всего безъ штукатурки, такъ-какъ послѣдняя дурно пристаетъ къ нимъ. Наружная поверхность деревянныхъ стѣнъ также не оштукатуривается, потому что штукатурка не соотвѣтствуетъ характеру деревянныхъ построекъ.

При кирпичныхъ стѣнахъ оштукатуриваются обѣ поверхности или одна лишь внутренняя. Во второмъ случаѣ довольствуются только расшивкою швовъ, т.-е. придаютъ послѣднимъ выпуклую форму. Съ этою цѣлью, по окончаніи кладки стѣнъ, швы немного углубляются и заполняются свѣжимъ растворомъ одинаковаго состава съ растворомъ, употребленнымъ для возведенія стѣнъ.

Для штукатурки наружныхъ поверхностей стѣнъ употребляютъ известковые и цементные растворы разнаго рода, а для штукатурки внутреннихъ, кромѣ только-что названныхъ, еще часто гипсовой растворъ.

Для наружной штукатурки употребляется крупнозернистый песокъ, а для внутренней, для большей чистоты и гладкости поверхности ея, мелкозернистый.

Количество песку въ составѣ раствора зависитъ отъ свойства извести. Принимаютъ на 1 объемъ жирной извести 3 объема песку и на 1 объемъ гидравлической извести отъ 1 до $1^1/_2$ объемовъ песку. Составъ цементнаго раствора зависитъ отъ назначенія штукатурки. Только-что погашенная известь не годится для штукатурныхъ работъ; выгоднѣе всего оказывается жирная известь, погашенная въ творилѣ и пролежавшая уже нѣсколько времени въ немъ. Быстро отвердѣвающій растворъ, за исключеніемъ особенныхъ случаевъ, не употребляется для штукатурныхъ работъ. Между

тѣмъ какъ для штукатурки внутреннихъ стѣнъ идетъ въ дѣло растворъ, имѣющій составъ раствора для кладки стѣнъ, для штукатурки наружныхъ стѣнъ оказывается выгоднымъ растворъ, состоящій изъ 1 объема портландскаго цемента, 7 объемовъ песку и 1/2 объема извести. Эта смѣсь употребляется и для штукатурки цоколя.

Штукатурка на кирпичныхъ стѣнахъ. Стѣны, покрываемыя штукатуркою, не должны быть сырыми, а также не слишкомъ сухими. Штукатурка на сырыхъ стѣнахъ препятствуетъ скорому ихъ высыханію, а при слишкомъ сухихъ стѣнахъ растворъ дурно сцѣпляетси съ ними. Въ послѣднемъ случаѣ приходится смачивать поверхность стѣнъ водою.

Вообще раньше накладыванія штукатурнаго раствора должно обмывать стѣны водою, чтобы очистить ихъ отъ пыли, препятствующей спѣпленію штукатурки съ кладкою. Сверхъ того, для лучшаго сцѣпленія штукатурки со стѣною, въ послѣдней, съ лицевой стороны, во время кладки оставляютъ швы незаполненными растворомъ, глубиною въ 1″, или въ данномъ случаѣ растворъ послѣ устраняется до такой же глубины изъ швовъ.

Производство различныхъ видовъ штукатурныхъ работъ.

1) **Простой наметъ.** Простой наметъ состоитъ изъ раствора, похожаго на растворъ, употребляемый для производства кладки, и имѣетъ цѣлью выравнивать неровности кладки, а особенно заполнять швы и защищать кладку отъ дѣйствія перемѣнъ въ атмосферѣ. Растворъ набрасывается лопаткою тонкимъ слоемъ на стѣну такъ, что послѣдняя едва покрыта, и обыкновенно совсѣмъ не слаживается или только немного лопаткою. Простой наметъ примѣняется для щипцовыхъ и дремпельныхъ стѣнъ, въ амбарахъ и подвалахъ и т. п. Чтобы достигнуть по возможности хорошаго освѣщенія послѣднихъ, наносится на первый наметъ, по надлежащемъ высыханіи его, т.-е. по прошествіи приблизительно 5 дней, еще второй, который довольно тщательно сглаживается лопаткою и потомъ выбѣливается.

2) **Простая или обыновенная гладкая штукатурка подъ правило.** Простая или обыкновенная гладкая штукатурка подъ правило наносится двумя или тремя слоями, при чемъ весь слой долженъ имѣть толщину въ 1/2″ до 5/8″. Растворъ для перваго намета приготовляется при помощи крупнозернистаго песку, а для второго слоя штукатурки употребляется болѣе тощій растворъ, причемъ песокъ въ немъ бываетъ крупно- и мелкозернистый, между тѣмъ какъ въ третьемъ слоѣ песокъ исключительно бываетъ мелкозернистый.

Для самой чистой и правильной штукатурки по маякамъ, растворъ для третьяго, т.-е. верхняго слоя, приготовляется изъ процѣженной извести съ примѣсью чистаго и мелкаго песку и просѣяннаго черезъ сито алебастра. На 3 объема известковаго раствора берутъ 1 объемъ алебастра,

Алебастръ, какъ примѣсь къ известковому раствору, препятствуетъ образованію трещинъ въ штукатуркѣ.

При производствѣ простой гладкой штукатурки двумя или тремя слоями, дѣлаютъ сперва тонкій наметъ, остающійся неглаженнымъ, затѣмъ слѣдуетъ второй и, если требуется, третій, весьма тонкій слой. Одинъ лишь верхній слой сглаживается подъ правило теркою, т.-е. дощечкою квадратной или продолговато-прямоугольной формы съ ручкою. Новый слой штукатурки набрасывается только по надлежащей просушкѣ прежде набросаннаго.

3) **Штукатурка по маякамъ.** Эта штукатурка примѣняется только при такихъ постройкахъ, въ которыхъ требуется самая чистая, гладкая и правильная штукатурка. Маяки представляютъ вертикальныя полосы изъ гипсоваго раствора шириною отъ 2″ до 5″, между тѣмъ какъ толщина ихъ должна равняться требуемой толщинѣ штукатурки. Подъ одну плоскость съ поверхностью маяковъ выравнивается штукатурка, какъ было показано въ предыдущемъ. Чтобы получить однородный слой штукатурки подъ окраской, впослѣдствіи гипсовые маяки вырубаются и замѣняются штукатуркой изъ обыкновеннаго матеріала.

Штукатурка на деревянныхъ стѣнахъ. Штукатурка на деревянныхъ стѣнахъ производится не раньше, чѣмъ по надлежащей осадкѣ и просушкѣ ихъ; иначе штукатурка растрескивается и будетъ обваливаться. Относительно производства работы и матеріала, употребляемаго въ дѣло, штукатурка на деревянныхъ стѣнахъ не различается отъ штукатурки на кирпичныхъ стѣнахъ, если только первыя подготовлены надлежащимъ образомъ для оштукатуриванія.

Такую подготовку производятъ, прибивая штукатурными гвоздями къ стѣнамъ драницы крестъ на крестъ, на разстояніи въ 1³/₄″ другъ отъ друга. Каждая драница берется длиною отъ 7′ до 9′, шириною отъ 1″ до 1¹/₂″ и толщиною въ ¹/₈″. Если приходится защищать внутренность деревяннаго зданія отъ проникапія холода черезъ стѣны, то послѣднія сперва обиваютъ войлокомъ и затѣмъ оштукатуриваютъ. Драницы получаются въ нѣкоторыхъ странахъ въ продажѣ въ видѣ плетня, чѣмъ облегчается работа. Драницы примѣняются преимущественно для оштукатуриванія стѣнъ, срубленныхъ изъ бревенъ. При фахверковыхъ стѣнахъ и потолкахъ драницы часто замѣняются тростникомъ, который располагается крестъ на крестъ и прикрѣпляется къ стѣнамъ посредствомъ проволоки и гвоздей. Послѣдніе, для предохраненія отъ ржавчины, часто смазываются жирнымъ веществомъ. Растворъ для штукатурки деревянныхъ стѣнъ и потолковъ состоитъ изъ 3 объемовъ известковаго раствора и 1 объема алебастра.

Ж. Полы.

Полы устраиваются изъ естественныхъ и искусственныхъ камней и плитъ и изъ безформенной массы разнаго рода.

Вообще полы должны представлять горизонтальную или наклонною плоскость, и требуютъ поэтому крѣпкой и неподвижной подкладки. Сопротивленіе и степень непроницаемости половъ зависитъ отъ требованій, которымъ они должны удовлетворять.

1) **Полы изъ естественныхъ и искусственныхъ камней.**

а. *Полы изъ естественныхъ камней* устраиваются изъ мостовыхъ камней, имѣющихъ форму правильнаго параллелепипеда, или изъ булыжниковъ. Первые располагаютъ рядами въ перевязку, а вторые безъ всякой перевязки, какъ можно ближе другъ къ другу, чтобы швы сдѣлались по возможности тоньше.

Мостовые камни должны бить по возможности одинаковой толщины.

Подкладка для половъ изъ мостовыхъ камней состоитъ, лучше всего, изъ насыпаннаго и плотно утрамбованнаго слоя остроугольнаго и крупнозернистаго песка. Если полъ долженъ сопротивляться незначительнымъ грузамъ, то подкладка изъ песка должна имѣть толщину отъ 4″ до 6″, между тѣмъ какъ для камней оказывается достаточною толщина отъ 5″ до 6″; при большей нагрузкѣ пола подкладка ея изъ песку дѣлается толщиною приблизительно въ 1′, а камни должны имѣть толщину приблизительно въ 8″. Для предохраненія подпочвы отъ проникапія сырости въ нее, швы между камнями иногда заливаютъ известковымъ или лучше цементнымъ растворомъ.

б. *Полы изъ лещадныхъ камней* или *плитъ.* Для лещадныхъ плитъ употребляются преимущественно каменныя породы слоистаго строенія, потому что онѣ требуютъ только незначительной обтески. Таковыя породы бываютъ: песчаникъ, глинистый сланецъ и известняки разнаго рода. Подкладка плитъ состоитъ изъ плотно утрамбованнаго грунта, бетона и даже кирпичной кладки.

Плиты прямо кладутъ въ растворъ, и швы заливаютъ также растворомъ.

в. *Полы изъ кирпичей.* На устройство половъ изъ кирпичной кладки обыкновенно идутъ сильно обожженные кирпичи, желѣзняки, которые укладываются плашмя или ребромъ на плотно утрамбованномъ грунтѣ изъ песка, и заливаютъ швы между отдѣльными кирпичами жидкимъ растворомъ; или, если требуется полная водонепроницаемость пола, то кирпичи укладываются на известковомъ или цементномъ растворѣ.

Полы, устроенные изъ одного ряда кирпичей, положенныхъ ребромъ, для болѣе удобнаго производства ремонтовъ, часто замѣняются таковыми изъ двухъ рядовъ кирпичей, положенныхъ плашмя, при чемъ нижній рядъ укладывается на пескѣ, а верхній на известковомъ растворѣ. Толщина слоя известковаго раствора, на которомъ укладываются кирпичи, дѣлается въ ¹/₂″. Кирпичи располагаются параллельными рядами или въ елку или по какому-либо узору.

г. *Полы изъ обожженныхъ глиняныхъ плитъ* устраиваются точно такъ же, какъ и полы изъ лещадныхъ плитъ.

д. *Полы изъ цементныхъ плитъ.* Устройство

такихъ половъ похоже на устройство изъ лещадныхъ плитъ.

2) **Полы изъ безформенной массы.**

а. *Глиняные* или *глинобитные полы* состоятъ изъ плотно набитой глины, къ которой примѣшаны еще другіе матеріалы, какъ-то: бычачья кровь, подсмольная вода и желѣзная окалина, чтобы полы получили болѣе ровную поверхность. Толщина слоя глины зависитъ отъ требованій, которымъ полы должны удовлетворять.

У токовъ для молотьбы снопового хлѣба толщина слоя глины дѣлается отъ 12″ до 14″, въ комнатахъ нижняго этажа отъ 6″ до 7″ и въ чердачныхъ помѣщеніяхъ отъ 3″ до 4″. Различаютъ устройство половъ изъ глины сухимъ и мокрымъ способомъ.

Устройство глиняныхъ половъ сухимъ способомъ заключается въ томъ, что насыпаютъ выкопанную жирную глину, обладающую естественною сыростью, тонкими слоями толщиною отъ 3″ до 4″; сперва притаптываютъ ее ногами, а потомъ плотно уколачиваютъ молотильными цѣпами, пока поверхность пола не покажетъ вдавки отъ ударовъ молотильными цѣпами. При этомъ поливаютъ глину, если она оказывается слишкомъ тощею, бычачьею кровью, болотною или подсмольною водою, или навозною жижею. Для того, чтобы глина могла просохнуть, уколачиваніе повторяется черезъ каждые 24 часа, до тѣхъ поръ, когда уже больше не покажутся трещины на поверхности пола.

Для большей крѣпости такихъ половъ насыпаютъ черезъ сито на каждый слой глины свѣже обожженный гипсъ, который вмѣстѣ съ первою уколачивается.

Устройство глиняныхъ половъ мокрымъ способомъ состоитъ въ слѣдующемъ. На выравненный грунтъ насыпаютъ слой камешковъ одинаковой величины и на него еще слой весьма сухой, жирной и размельченной глины, толщиною въ 5″, которая плотно уколачивается. На эту подкладку наносятъ глину, которая мало-по-малу размягчается водою и поэтому легко можетъ проникать въ ниже лежащій слой сухой глины. Трещины, происходящія отъ отвердѣнія верхняго слоя глины, должно устранить продолжительнымъ уколачиваніемъ молотилами, что вообще представляетъ главную работу при устройствѣ глиняныхъ половъ. Когда глиняный полъ почти совершенно высохъ, тогда смачиваютъ его посредствомъ кисти бычачьею кровью или выше приведенными жидкостями, къ которымъ еще примѣшиваютъ равное количество воды и очень мелкую глину, или бычачьею кровью, желѣзною окалиною и лошадиною мочою.

Этотъ процессъ повторяется до тѣхъ поръ, пока еще показываются трещины на поверхности пола.

б. *Гипсовые полы.* Гипсъ, употребляемый для устройства половъ, представляетъ такъ называемой половой гипсъ (Estrichgips) и долженъ имѣть крупный видъ. Толщина пола дѣлается обыкновенно отъ 1¾″ до 2″. Подкладка гипсоваго пола всегда состоитъ изъ слоя сухого песка толщиною приблизительно въ 1″, все равно, устраивается ли полъ на сводахъ или на деревянныхъ потолкахъ.

При устройствѣ гипсовыхъ половъ должно имѣть въ виду, что гипсъ при отвердѣваніи увеличивается въ объемѣ, почему и оставляютъ у стѣнъ запасъ, который, по отвердѣваніи пола, заливается гипсомъ; иначе легко можетъ случиться, что поверхность такихъ половъ покажетъ волнистыя возвышенія.

Поверхность подкладки, покрываемая гипсовымъ поломъ, раздѣляется на полосы шириною въ 3′, которыя одна за другою поливаются изъ бадьи жидкимъ гипсовымъ растворомъ, но такъ, чтобы онъ не смѣшивался съ песчаною подкладкою. По прошествіи 24 часовъ гипсовый полъ уже достигъ такой твердости, что возможно, настлать его досками, на которыхъ можно стоять, и одновременно будутъ показываться тонкія трещины. Послѣднія устраняютъ вторичнымъ уколачиваніемъ посредствомъ деревянныхъ колотушекъ (Таб. 45, черт. 319), имѣющихъ обыкновенно длину

въ 14″, ширину отъ 8″ до 10″ и толщину въ 4″ до 5″ и снабженныхъ ручкою. Уколачиванiе повторяется черезъ каждые 6 часовъ, до тѣхъ поръ, когда уже не покажутся больше трещины на поверхности пола.

в. *Полы изъ известковаго раствора.* При устройствѣ половъ изъ известковаго раствора поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Выравниваютъ грунтъ и насыпаютъ на него камешки, щебень или строительный мусоръ Эти вещества совершенно плотно утрамбовываютъ. Потомъ смѣшиваютъ 1 объемъ свѣже обожженой и просѣянной извести съ 2 объемами гравiя и смачиваютъ эту смѣсь бычачьею кровью или водою до такой лишь степени, чтобы получилась тонкая известковая мука. Эта смѣсь насыпается на грунтъ слоями толщиною не болѣе чѣмъ въ 3″ и тотчасъ уколачивается, при чемъ она безпрерывно смачивается. Во время уколачиванiя насыпаютъ на массу еще сухую смѣсь изъ извести и песка, и продолжаютъ уколачиванiе до тѣхъ поръ, пока полъ не покажетъ твердость камня. Такимъ поламъ придаютъ толщину отъ 5″ до 6″.

г. *Бетонные полы.* Бетонъ, употребляемый для устройства половъ, состоитъ изъ 1 объема хорошо гашеной тѣстовидной гидравлической извести, 3 объемовъ чистаго остроугольнаго песку и 6 объемовъ хорошо обмытаго гравiя или щебня. Эту смѣсь весьма тщательно перемѣшиваютъ на деревянной платформѣ, пока не образовалась однородная масса.

Грунтъ, покрываемый бетономъ, выравниваютъ, и потомъ насыпаютъ на него слой песка толщиною оъ 2″ до 3″, который поливается водою и плотно утрамбовывается. Бетонъ для половъ, толщиною отъ 5″ до 6″, наносится на слой песка слоями, толщиною не болѣе чѣмъ въ 3″, и набивается до тѣхъ поръ, пока не выступитъ на поверхность его вода. Насыпь слоевъ не должна производиться сразу по всему протяженiю пола, а по частямъ, начиная у одной изъ ограждающихъ пространство стѣнъ. Для лучшаго затвердѣванiя, бетонъ опрыскивается въ теченiе нѣсколькихъ дней водою.

Еще скорѣе затвердѣваетъ бетонный полъ, если примѣшиваютъ къ массѣ верхняго слоя отъ $^1/_7$ до $^1/_4$ объема цемента; кромѣ того, можно еще во время набивки насыпать на полъ немного цементнаго порошка.

Весьма прочный, твердый и почти неразрушимый полъ для заводовъ, мастерскихъ и т. п. получается при помощи слѣдующей смѣси: 1 ч. портландскаго цемента, $^1/_2$ ч. гашеной извести, 3 ч. остроугольнаго песку, отъ 7 до 8 ч. крупнаго просѣяннаго шлака. Толщина слоя изъ такой смѣси должна составлять приблизительно отъ 8″ до 10″. Этотъ слой покрывается еще другимъ, толщиною въ $1^1/_2$″, состоящимъ изъ 1 ч. цемента и 2 ч. мелкаго просѣяннаго шлака безъ золы. Работа производится, какъ было изложено выше.

д. *Цементные полы.* Смѣсь, изъ которой устраиваются цементные полы, состоитъ изъ 1 объема цемента и 2 до 3 объемовъ остроугольнаго чистаго песка. Этотъ растворъ наносится слоемъ толщиною отъ $^1/_2$″ до 1″ на неподвижную подкладку изъ кирпичей, поставленныхъ ребромъ, или же на подкладку изъ слоя бетона равной толщины. Чтобы получить совершенно равную поверхность, раздѣляютъ покрываемую цементнымъ поломъ поверхность рейками, толщина которыхъ должна равняться толщинѣ пола, на небольшiя клѣтки, которыя заполняются одна за другою цементнымъ растворомъ. Поверхность каждой клѣтки выравнивается правиломъ, двигающимся по рейкамъ. Поверхность пола затирается терками при безпрерывномъ смачиванiи водою до окончательнаго отвердѣнiя.

е. *Асфальтовые полы.* Подкладка асфальтовыхъ половъ устраивается изъ кирпичей или бетона толщиною отъ 3″ до 5″; она должна имѣть совершенно ровную поверхность. Устройство асфальтовыхъ половъ производится также наливкою асфальтовой массы между рейками. Асфальтовая масса состоитъ изъ 20 фунтовъ асфальта, 1 фун. гудрона и 10 фун. гравiя. Толщина асфальтоваго слоя дѣлается для обыкновенныхъ половъ въ $^3/_4$″—1″, а для мостовыхъ проѣздовъ, хлѣвовъ и пр. отъ 1″ до $1^1/_2$″.

Асфальтовые полы оказываются весьма выгодными въ сырыхъ мѣстахъ, но плохо сопротивляются высокой температурѣ, солнечнымъ лучамъ,

горячей водѣ и морозу. Въ первомъ случаѣ они размягчаются, а во второмъ трескаются.

3. Вычисленіе потребныхъ матеріаловъ для главнѣйшихъ каменныхъ работъ.*)

Известковые растворы. При приготовленіи известковаго раствора гашеная известь употребляется въ видѣ тѣста или въ видѣ порошка.

Количество песку въ составѣ известковаго раствора зависитъ отъ степени жирности извести. За предѣлъ для смѣшенія принимаютъ пропорцію густого известковаго тѣста къ песку, по объему:

для жирной извести . . . = 1 : 3 до 4
„ средней „ . . . = 1 : 2 „ 3
„ тощей „ . . . = 1 : 1/2 „ 2

Получаемое количество известковыхъ растворовъ зависитъ отъ пропорціи ихъ составныхъ частей и отъ состоянія послѣднихъ, т.-е. употребляетстя ли песокъ рыхлый или нѣсколько уплотненный, сухой или влажный, крупный или мелкій, а известь — въ видѣ тѣста или порошка.

а. Для извести въ видѣ тѣста.

Отношеніе тѣста къ песку.	Получаемое количество раствора.		На 1 объемъ раствора	
	Объемы.	Проценты.	тѣста густого.	песку.
1:1	1,58	79	0,63	0,63
1:2	2,40	80	0,42	0,83
1:2½	2,80	80,5	0,37	0,90
1:3	3,24	81	0,30	0,93
1:4	4,10	82	0,23	0,94

Употребленіе мелкаго песка выгоднѣе употребленія крупнаго. Для исчисленія количества воды съ запасомъ слѣдуетъ принять приблизительно 1/3 объема раствора.

б. Для средней извести (пушонки) въ видѣ порошка при смѣшеніи ея съ пескомъ въ различныхъ пропорціяхъ, сперва на сухо, а потомъ съ потребнымъ количествомъ воды.

Отношеніе пушонки къ песку.	Получаемое количество раствора.		На 1 объемъ раствора	
	Объемы.	Проценты.	извести.	песку.
1:1	1,42	71	0,70	0,70
1:1½	1,80	72	0,53	0,88
1:2	2,22	74	0,45	0,90
1:2½	2,63	75	0,38	0,95
1:3	3,04	76	0,33	0,98

*) См. Строительные матеріалы.

Для исчисленія количества извести по различнымъ единицамъ мѣръ можно пользоваться слѣдующею таблицею:

Ластъ.	Бочка.	Лофъ.	Четверть.	Куб. футъ.	Куб. сажень.	Куб. метръ.
1	12	24	63	58,3776	0,1702	1,6527
0,0833	1	2	5,250	4,8565	0,0141	0,1375
0,0416	0,5	1	2,625	2,4282	0,0071	0,0687
0,0158	0,1904	0,3809	1	0,9266	0,0027	0,2637
0,0171	0,2052	0,4104	1,079	1	0,0029	0,0283
5,8747	70,4967	140,9934	370,158	343	1	9,7121
0,6048	7,2585	14,5170	38,113	35,3168	0,1029	1

Цементные растворы*). Количество песку, примѣшиваемое къ портландскому цементу, опредѣляется назначеніемъ раствора.

Въ нижеслѣдующихъ смѣсяхъ приняты составныя части по объему. Растворъ, приготовленный изъ

1) 1 ч. цемента и 1 ч. песку, употребляется для водонепроницаемыхъ облицовокъ, каменныхъ и бетонныхъ бассейновъ, резервуаровъ, цистернъ и выгребныхъ ямъ.

Толщина такого облицовочнаго слоя должна быть не менѣе 1/2 дюйма.

2) 1 ч. цемента и 2 ч. песку употребляется для бетонныхъ массивовъ въ морскихъ сооруженіяхъ.

3) 1 ч. цемента и отъ 3 до 5 ч. песку употребляется для кладки стѣнъ жилыхъ, подводныхъ зданій и погребовъ, для кладки фундаментовъ, мостовъ и для приготовленія бетона.

4) 1 ч. цемента и отъ 6 до 7 ч. песку употребляется для кладки стѣнъ нежилыхъ подземныхъ зданій, сараевъ, хлѣвовъ и т. п.

5) 1 ч. цемента и отъ 4 до 5 ч. мелкаго песку употребляется для штукатурныхъ работъ.

1 бочка русскаго портландскаго цемента содержитъ въ себѣ нетто 10¼ пуда и даетъ приблизительно 4¼ куб. фута разрыхленной массы. При этомъ предполагается, что 1 куб. футъ разрыхленнаго цемента вѣситъ приблизительно 2,4 пуд. (1 cbm — 1400 kg).

1 бочка романскаго цемента Рижскаго завода содержитъ въ себѣ 7 пудовъ или приблизительно 4½ куб. фута разрыхленной массы.

По наблюденіямъ строителя Гейзермана въ Ригѣ составлена слѣдующая таблица.

*) См. „Строительные матеріалы“.

Отношеніе портландск. цемента къ песку.	Выходъ раствора.		На 1 объемъ раствора	
	Объемы.	Проценты.	портландск. цемента.	песку.
1 : 3	2,8	71	0,35	1,05
1 : 4	3,5	70	0,26	1,02
1 : 5	4,2	70	0,24	1,20
1 : 6	4,9	70	0,20	1,20
1 : 7	5,6	70	0,18	1,26

Ниже слѣдующая таблица составлена по даннымъ Глухоозерскаго завода.

Отношеніе портландск. цемента къ песку.	Выходъ раствора.		На 1 объемъ раствора	
	Объемы.	Проценты.	портландск. цемента.	песку.
1 : 1	1,50	75	0,667	0,667
1 : 2	2,30	77	0,429	0,858
1 : 2½	2,70	77	0,371	0,928
1 : 3	3,10	77	0,325	0,975
1 : 4	3,85	77	0,260	1,04
1 : 5	4,62	77	0,218	1,09
1 : 6	5,50	78,6	0,186	1,12

При составленіи этой таблицы предположенъ портландскій цементъ, 1 куб. футъ котораго вѣситъ въ рыхло насыпанномъ состояніи 2,26 пуда = 90,4 ℔. Среднимъ числомъ можно принимать выходъ раствора въ 75% рыхлой смѣси портландскаго цемента и песка, при чемъ количество воды можетъ колебаться, смотря по обстоятельствамъ, отъ 16 до 29%. Среднимъ числомъ можно принимать 22%.

Получаемое количество раствора изъ смѣси романскаго цемента и песка по наблюденіямъ строителя Гейзермана въ Ригѣ слѣдующее.

Отношеніе портландск. цемента къ песку.	Выходъ раствора.		На 1 объемъ раствора	
	Объемы.	Проценты.	цемента.	песку.
1 : 3	2,8	71	0,32	1,05
1 : 4	3,5	70	0,26	1,02
1 : 5	4,2	70	0,24	1,20

Сопротивленіе раствора изъ романскаго цемента и песку значительно увеличивается, если вмѣсто чистаго романскаго цемента употребляется смѣсь изъ портландскаго и романскаго цемента. Получаемое количество раствора то же самое, какъ у раствора изъ портландскаго цемента.

Цементно-известковые растворы. По наблюденіямъ наиболѣе выгодными оказались слѣдующія смѣси:

1 ч. портл. цемента, 5 ч. песку и ½ ч. известк. тѣста,
1 „ „ „ 6—7 „ „ „ 1 „ „ „
1 „ „ „ 8 „ „ „ 1½ „ „ „
1 „ „ „ 10 „ „ „ 2 „ „ „

Примѣчаніе. Цементъ сначала смѣшивается съ пескомъ на сухо, и затѣмъ эта смѣсь растворяется въ известковомъ молокѣ съ указанною пропорціею извести до состоянія пластичности массы.

Получаемое количество цементно-известковаго раствора.

Составъ раствора.			Получаемое количество раствора.		На 1 объемъ раств.		
Портл. цементъ.	Песокъ.	Известк. тѣсто.	Объемы.	Проценты.	портл. цемента.	песку.	известк. тѣста.
1	5	0,5	4,90	75	0,2	0,99	0,1
1	6	1,0	6,00	75	0,17	0,99	0,17
1	7	1,0	6,80	75	0,15	1,03	0,15
1	8	1,5	7,80	74	0,13	1,02	0,19
1	10	2,0	9,45	73	0,11	1,10	0,22

Смѣшанные бетоны. Въ составъ такихъ бетоновъ входитъ еще, какъ вяжущая масса, известь.

Составъ бетона.				Получаемое колич. бетона		На 1 объемъ бетона			
Портл. цемента.	Известк. тѣста.	Песку.	Гравія.	Объемы.	Проценты.	портл. цемента.	известк. тѣста.	песку.	гравія.
1	1	6	12	13,45	67	0,074	0,074	0,446	0,893
1	1	8	13	14,80	64	0,068	0,068	0,536	0,871

Сопротивленіе такихъ смѣшанныхъ бетоновъ послѣ 7-ми мѣсяцевъ равняется 40 пуд. на 1 кв. дюймъ (160 кгр. на 1 кв. см.).

Бетонъ изъ романскаго цемента.

Составъ бетона.			Получаемое колич. бетона.		На 1 объемъ бетона.		
Романск. цемента.	Песку.	Щебня.	Объемы.	Проценты.	романск. цемента.	песку.	щебня.
1	2	4½	5,03	67	0,20	0,40	0,90

Булыжная и бутовая кладка. 1 куб. сажень требуетъ 1,2 до 1,3 куб. саж. камней и

при тщательной расщебенкѣ кладки приблизительно 120 куб. футовъ раствора. На утрату извести и песку полагаютъ 5 процентовъ.

Кирпичная кладка. Размѣры кирпичей весьма различны. Для точнаго опредѣленія числа кирпичей на 1 куб. сажень слѣдуетъ дѣлить 1 куб. саж. на объемъ кирпича со швомъ.

Если M обозначаетъ число кирпичей, l — длину, b — ширину и d — толщину кирпича, а f — толщину швовъ, то можно пользоваться формулами:

$$1)\quad M = \frac{592704}{(l+f)\ (b+f)\ (d+f)}\ \text{и}$$

$$2)\quad M = \frac{110592}{(l+f)\ (b+f)\ (d+f)}$$

При этомъ предполагается, что

$$l = 2\ b + f.$$

Количество раствора Q въ кубическихъ саж. для 1 куб. саж. кирпичной кладки исчисляется по формуламъ:

3) $Q = 592704 - M\,V$ и 4) $110592 - M\,V$, гдѣ $V = l \times b \times d$ означаютъ объемъ одного кирпича.

Когди величины l, b, d и f выражены въ дюймахъ, то слѣдуетъ употреблять формулы 1 и 3; а когда они даны въ вершкахъ, то формулы 2 и 4.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ I составлены потребныя числа кирпичей и количество раствора для кирпичной кладки изъ кирпичей различныхъ размѣровъ при толщинѣ швовъ въ 1/2″.

Данныя въ послѣднемъ столбцѣ взяты изъ Урочнаго Положенія, въ которомъ принятъ кирпичъ размѣровъ $6 \times 3 \times 1\frac{1}{2}$ вершк. ($10\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{4} \times 2\frac{5}{8}$ дюйм.).

Къ исчисленному числу кирпичей слѣдуетъ еще прибавить на изломъ отъ 3 до 5% и къ количеству раствора на утрату отъ 5 до 10%, смотря по сложности кладки и тщательности производства ея.

Таблица I.

Кирпичная кладка.	Размѣры кирпичей въ дюймахъ.							
	$10 \times 4\frac{3}{4} \times 2\frac{7}{8}$		$9\frac{3}{4} \times 4\frac{5}{8} \times 2\frac{7}{8}$		$9\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2} \times 2\frac{7}{8}$		$10\frac{1}{2} \times 5\frac{1}{4} \times 2\frac{5}{8}$	
	Число кирпичей.	Растворъ куб. ф.	Число кирпичей.	Растворъ куб. ф.	Число кирпичей.	Растворъ куб. ф.	Число кирпичей. *)	Растворъ куб. ф. *)
На 1 куб. сажень сплошной кладки	3190	92	3350	92	3510	94	3120	104
На 1 куб. футъ „ „	$9\frac{3}{4}$	0,28	$10\frac{1}{4}$	0,28	$10\frac{3}{4}$	0,29	$9\frac{1}{4}$	0,3
Стѣны.								
Для стѣнъ толщиною въ 1/2 кир. на 1 кв. саж.	200	3,68	205	3,60	210	3,52	205	6,86
„ „ „ „ 1/2 „ „ 1 куб. „	3540	65	3725	65,4	3920	65,7	—	—
„ „ „ „ 1 „ „ 1 кв. „	400	9,40	410	9,25	420	9,09	410	13,72
„ „ „ „ 1 „ „ 1 куб. „	3360	79	3535	79,8	3720	80,5	—	—
„ „ „ „ $1\frac{1}{2}$ „ „ 1 кв. „	600	15,13	615	14,90	630	14,67	615	20,58
„ „ „ „ $1\frac{1}{2}$ „ „ 1 куб. „	3300	83,3	3475	84,2	3650	85	—	—
„ „ „ „ 2 „ „ 1 кв. „	800	20,80	820	20,55	840	20,20	820	27,44
„ „ „ „ 2 „ „ 1 куб. „	3280	85,3	3445	86,2	3620	87	—	—
„ „ „ „ $2\frac{1}{2}$ „ „ 1 кв. „	1000	26,52	1025	26,20	1050	25,73	1025	34,3
„ „ „ „ $2\frac{1}{2}$ „ „ 1 куб. „	3260	86,5	3430	87,7	3600	88,3	—	—
„ „ „ „ 3 „ „ 1 кв. „	1200	32,24	1230	31,85	1260	31,26	1230	41,16
„ „ „ „ 3 „ „ 1 куб. „	3250	87,3	3415	88,5	3590	89	—	—
„ „ „ „ $3\frac{1}{2}$ „ „ 1 кв. „	1400	37,96	1435	37,50	1470	36,79	1435	48,02
„ „ „ „ $3\frac{1}{2}$ „ „ 1 куб. „	3245	88	3410	89	3580	89,6	—	—
На 100 кирпичей принимается	—	30	—	29	—	28	—	33,5
Полы.								
Полы изъ кирпича на ребро на известковомъ растворѣ на 1 квад. саж.	200	6	205	6	210	6	—	—
Выстилка половъ кирпичомъ плашмя на известковомъ растворѣ на 1 квад. саж.	128	4	135	4	142	4	—	—
Дымовыя трубы.								
1 кирп. въ свѣту въ 1 дымъ на 1 пог. футъ	22	2/3	22	2/3	22	2/3	—	—
1 „ „ „ „ 2 дыма „ 1 „ „	37	$1\frac{1}{4}$	37	$1\frac{1}{4}$	37	$1\frac{1}{4}$	—	—

*) По Урочному Положенію.

Таблица II.

Размѣры кирпичей.	Цилиндрическіе своды толщиною въ 1/2 кирпича безъ забутки. Стрѣлка.						
	1/12	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6
	Число кирпичей на 1 квад. саж. плана.						
10″ × 4¾″ × 2⅞″ .	232	238	244	250	256	262	268
9¾″ × 4⅝″ × 2⅞″ .	238	244	250	256	262	268	274
9½″ × 4½″ × 2⅞″ .	244	550	256	262	268	274	280

На 1 квадр. саж. плана цилиндрическихъ сводовъ можно полагать съ утратою 10 куб. футовъ раствора.

На 1 квадр. сажень плана цилиндрическихъ сводовъ толщиною въ одинъ кирпичъ полагаютъ двойное число кирпичей и двойное количество раствора.

Для исчисленія потребныхъ матеріаловъ для сводовъ сложной формы сперва опредѣляютъ кубическое содержаніе ихъ и потомъ, на основаніи данныхъ таблицы I, число кирпичей и количество раствора.

При сводахъ полагается на изломъ кирпича отъ 15 до 20%, смотря по сложности свода.

Штукатурка.

На 1 квадр. сажень полагаютъ куб. фут. раствора:

Для расшивки швовъ кирпичной кладки ½—¾ к. ф:
Для простого намета . . . . 1⅔—2 „
Для гладкой внутренней штукатурки 2½—3½ „
Для наружной штукатурки. . . . . 3½—5 „
Для штукатурки деревянныхъ стѣнъ
и половъ . . . . 3—4 „

Глава IV.

ПЛОТНИЧНЫЯ РАБОТЫ.

А. Врубки.

Плотничныя соединенія деревянныхъ частей производятся посредствомъ врубки и врѣзки дерева и обыкновенно называются врубками.

Видъ и образъ соединеній зависятъ отъ формы поперечныхъ сѣченій и взаимнаго положенія деревянныхъ частей, отъ направленія и величины дѣйствующихъ силъ и, наконецъ, отъ того, поддержано ли мѣсто соединенія или нѣтъ.

При устройствѣ соединеній слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы, для удобной передачи дѣйствующихъ силъ, плоскости врубокъ помѣщены были по возможности перпендикулярно къ направленію послѣднихъ и чтобы, для обезпеченія прочнаго сопротивленія, поперечныя сѣченія соединяемыхъ деревянныхъ частей по возможности не уменьшались, при чемъ, однако, величина площади врубокъ должна быть соразмѣрна съ величиною выдерживаемаго давленія; далѣе должно стараться, чтобы врубки, для равномѣрнаго распредѣленія давленія по всей ихъ площади, тщательно приправлены были плотными швами и соединенія наружней частей по возможности скрывались въ деревѣ, такъ какъ иначе вода скопляется въ нихъ и способствуетъ гніенію дерева.

Имѣя въ виду все только-что сказанное, слѣдуетъ предпочитать по возможности простыя сопряженія, и если иногда оказывается надобнымъ укрѣпленіе ихъ, то это легко достигается при помощи желѣзныхъ гвоздей и болтовъ или желѣзныхъ накладокъ и наугольниковъ, привинчиваемыхъ или прибиваемыхъ гвоздями къ деревяннымъ частямъ въ мѣстѣ ихъ соединенія.

Смотря по взаимному положенію соединяемыхъ деревянныхъ частей, различаютъ продолженіе, уширеніе, встрѣчу подъ угломъ и усиленіе деревянныхъ брусьевъ или бревенъ.

а. **Продолженіе брусьевъ или бревенъ.** Если одинъ брусъ или бревно представляетъ горизонтальное продолженіе другого, то соединеніе называется сращиваніемъ; но если брусья или бревна имѣютъ вертикальное положеніе, то соединеніе называется наращиваніемъ.

α. **Сращиваніе.** Если горизонтальные брусья или бревна поддержаны по всей своей длинѣ, или по крайней мѣрѣ въ мѣстѣ соединенія, то примѣняются соединенія:

1) **въ притыкъ** (Таб. 46, черт. 320) и
2) **косой прирубъ** (Таб. 46, черт. 321).

Оба соединенія снабжаются, для сопротивленія боковому сдвиженію и растягивающему усилію, желѣзными накладками или скобами.

Скобы имѣютъ длину отъ 1' до $1^1/_2$' и поперечное сѣченіе въ $^1/_1$" или въ $_1/_2/_1$".

Накладки дѣлаются длиною въ 3', шириною отъ 2" до $2^1/_2$" и толщиною отъ $^1/_3$" до $^1/_2$" и прикрѣпляются къ брусьямъ болтами и маленькими скобами, внутренняя ширина которыхъ зависитъ отъ ширины накладокъ. Концы послѣднихъ загибаются и, у самаго загиба, скобы вбиваются въ дерево.

3) **Простой прирубъ въ полдерева** (Таб. 46, черт. 322). Длина этого соединенія составляетъ 2h, если черезъ h обозначается высота брусьевъ.

4) **Косой прирубъ въ полдерева** (Таб. 46, черт. 323). Это соединеніе препятствуетъ вынутію одного бруса изъ другого.

5) и 6) **Простой и косой прирубъ въ полдерева съ угловымъ скосомъ** (Таб. 46, черт. 324 и 325).

7) и 8) **Простой прирубъ въ полдерева съ торцевымъ гребнемъ и простой прирубъ съ торцевымъ гребнемъ** (Таб. 46, черт. 326 и 327).

Послѣднія четыре соединенія сопротивляются также боковому сдвиженію.

9) **Простой прирубъ въ полдерева съ торцевымъ гребнемъ въ видѣ сковородня** (Таб. 46, черт. 328). Это соединеніе сопротивляется также растягивающему усилію.

Всѣ только-что показанныя соединенія въ полдерева усиливаются еще двумя болтами или гвоздями, которые располагаются сдвинутыми одинъ относительно другого по длинѣ бруса, чтобы предохранять дерево отъ раскалыванія.

10) **Косая накладка** или **прирубный косой замокъ** (Таб. 46, черт. 329). Это соединеніе укрѣпляется болтами.

Для большей крѣпости примѣняется:

11) **Косая накладка** или **прирубный косой замокъ съ угловымъ скосомъ.**

12) **Врубка прямымъ зубомъ** (Таб. 46, черт. 330).

13) **Врубка косымъ зубомъ** (Таб. 46, черт. 331).

Эти врубки примѣняются при значительномъ растягивающемъ усиліи, при чемъ слѣдуетъ предпочитать послѣднюю, так-какъ она лучше сопротивляется скалыванію дерева.

Если врубки, показанныя на чертежахъ 330 и 331 на таб. 46, подвержены значительному боковому усилію, то онѣ снабжаются торцевыми шипами. Тогда получается:

14) **Прямой зубъ съ торцевыми шипами** (Таб. 46, черт. 332).

15) **Косой зубъ съ торцевыми шипами** (Таб. 46, черт. 333).

16) **Натяжной прямой замокъ съ клиньями** (Таб. 46, черт. 334).

17) **Натяжной косой замокъ съ клиньями** (Таб. 46, черт. 335).

Послѣднія два сопряженія могутъ сопротивляться усилію со всѣхъ сторонъ. Клинья даютъ возможность послѣ усушки дерева придать сопряженію первоначальную плотную связь. Замѣтимъ еще разъ, что мѣсто соединенія брусьевъ во всѣхъ показанныхъ случаяхъ должно быть поддержано.

18) **Сквозной сковородень** (Таб. 46, черт. 336).

19,) 20) и 21) **Глухой сковородень** (Таб. 46, черт. 337, 338 и 339).

Эти врубки сопротивляются растяженію, но примѣняются только при широкомъ деревѣ. Длина сковородня должна составлять $^4/_5$ высоты бруса, ширина его на передней сторонѣ $^3/_5$ и на задней сторонѣ $^2/_5$ ширины бруса.

β. **Наращиваніе.** Если бревна или брусья находятся въ вертикальномъ положеніи, то примѣняются для ихъ продолженія слѣдующія соединенія:

1) **Въ полдерева** (Таб. 46, черт. 340).

2) **Въ полдерева съ скошенными торцами** (Таб. 46, черт. 341).

Эти сопряженія укрѣпляются болтами или хомутами.

3) **Глухой шипъ** (Таб. 46, черт. 342).

4) **Торцевой замокъ съ гребнемъ** (Таб. 46, черт. 343).

5) **Двойной шипъ** (Таб. 46, черт. 344).

b. **Уширеніе брусьевъ, бревенъ и досокъ** необходимо при устройствѣ половъ, стѣнъ изъ горизонтальныхъ бревенъ или брусьевъ, шпунтовыхъ стѣнъ и пр. Такое соединеніе называется сплачиваніемъ.

Доски сплачиваются слѣдующимъ образомъ:

1) **въ притыкъ** (Таб. 46, черт. 345),

2) **въ ножевку** (Таб. 46, черт. 346),

3) **въ четверть** или **закрой** (Таб. 46, черт. 347),

4) **въ рустикъ** (Таб. 46, черт. 348),

5) **въ шпунтъ** (Таб. 46, черт. 349 a, b, c, d),

6) **шпонками** (Таб. 47, черт. 350),

7) **вставными шипами** (Таб. 47, черт. 351).

Сплачиваніе брусьевъ покажемъ при усиленіи брусьевъ и. т. п.

c. **Встрѣча брусьевъ и бревенъ подъ угломъ.** При встрѣчѣ брусьевъ или бревенъ различаютъ три случая, а именно: концы брусьевъ встрѣчаются подъ прямымъ или острымъ угломъ, или конецъ одного бруса упирается въ середину другого, при чемъ брусья лежатъ въ одной и той же плоскости, или брусья и бревна пересѣкаются, при чемъ они могутъ находиться въ одной и той же плоскости или въ различныхъ. Положенiе плоскостей, въ которыхъ находятся соединяемые брусья, можетъ быть горизонтальное, вертикальное и наклонное.

При встрѣчѣ концовъ горизонтальныхъ брусьевъ. лежащихъ въ одной и той же плоскости, примѣняются слѣдующiя соединенiя:

1) **Въ полдерева** (Таб. 47, черт. 352).

2) **Натяжной замокъ въ полулапу или сковородень** (Таб. 47, черт. 353, 354 и 355).

3) **Прорѣзной сковородень** (Таб. 47, черт. 356).

4) **Прорѣзной шипъ** (Таб. 47, черт. 357).

При устройствѣ деревянныхъ стѣнъ, срубленныхъ изъ горизонтальныхъ бревенъ и брусьевъ, послѣднiя врубаются съ остаткомъ (Таб. 47, черт. 358 и 359) или безъ остатка (Таб. 47, черт. 360 и 364), при чемъ они находятся въ различныхъ плоскостяхъ.

Въ первомъ случаѣ употребляются:

5) **Врубка въ обло или въ чашку** (Таб. 47, черт. 361).

6) **Врубка въ присѣкъ** (Таб. 47, черт. 362).

7) **Врубка шведская** (Таб. 47, черт. 363).

Если стѣны устраиваются безъ остатка, то бревна обыкновенно врубаются въ лапу. На чертежѣ 364 а на таб. 47 показано вычерчиванiе лапы.

Если конецъ одного бруса упирается въ середину другого, то различаютъ главнымъ образомъ два случая, а именно:

Брусья находятся въ горизонтальной плоскости. Въ такомъ случаѣ примѣняются преимущественно слѣдующiя врубки:

1) **Въ накладку въ полдерева** (Таб. 47, черт. 365).

2) **Врубка помощью крючка** (Таб. 48, черт. 366).

3) **Врубка помощью полусковородня** (Таб. 48, черт. 367).

4) **Врубка помощью сковородня** (Таб. 46 черт. 368).

5) **Врубка помощью потайного сковородня** (Таб. 48, черт. 369).

6) **Врубка помощью потайного полусковородня** (Таб. 48, черт. 370).

7) **Соединенiе шипомъ** (Таб. 48, черт. 371, 372, 373 и 374).

Если брусья находятся въ вертикальной плоскости, то примѣняются слѣдующiя врубки:

1) **Потайной шипъ** (Таб. 48, черт. 375 и 376).

2) **Натяжной глухой полусковородень** (Таб. 48, черт. 377).

Врубки, показанныя на чертежахъ 376 и 377 на таб. 48, примѣняются при соединенiи двухъ брусьевъ въ концахъ ихъ. Длина шипа должна быть не болѣе $^1/_2$ толщины, относительно ширины бруса, въ который онъ врубается, но не менѣе 2". Если сопряженiе укрѣпляется деревяннымъ нагелемъ, то длина шипа дѣлается не менѣе чѣмъ отъ $2^1/_2$" до 4". Ширина шипа принимается отъ $^1/_5$ до $^1/_3$ ширины бруса.

Кромки шипа скашиваются.

Такъ-какъ въ гнѣздахъ обыкновенныхъ шиповъ легко можетъ скопляться вода, которая способствуетъ гнiенiю дерева, то часто вмѣсто ихъ примѣняются слѣдующiя сооруженiя:

3) **Крестовый шипъ** (Таб. 48, черт. 378).

4) **Прямая проушина** (Таб. 48, черт. 379 и 380).

Въ данномъ случаѣ можно еще примѣнять слѣдующiе виды шипа:

5) **Двойной шипъ** (Таб. 48, черт. 381).

6) **Прорѣзной шипъ съ клиньями** (Таб. 48, черт. 382).

Если брусья находятся въ одной и той же вертикальной или наклонной плоскости и встрѣчаются подъ острымъ или тупымъ угломъ, то примѣняются слѣдующiя врубки:

1) **Простой зубъ** (Таб. 48, черт. 383 и 384). Форма зуба опредѣляется при помощи биссектрисы тупого угла, образуемаго брусьями. Высота зуба дѣлается не больше $^1/_4$ высоты бруса, а обыкновенно въ 2". Сопряженiе иногда укрѣпляется болтомъ.

2) **Двойной зубъ** (Таб. 48, черт. 385 а и b). Эта врубка употребляется, если соединяемые брусья образуютъ слишкомъ острый уголъ.

3) **Шипъ безъ зуба** (Таб. 48, черт. 386).

4) **Шипъ съ простымъ зубомъ** (Таб. 48, чврт. 387 а и b).

5) **Шипъ съ двойнымъ зубомъ** (Таб. 48, черт. 388 a и b).

Шипомъ соединеніе дѣлается крѣпче.

Если одинъ брусъ встрѣчается съ другимъ недалеко отъ конца, то примѣняется:

6) **Половинный зубъ** (Таб. 48, черт. 389 и 390).

При сопряженіи стропильныхъ ногъ съ затяжными балками примѣняется часто:

7) **Обратный зубъ съ шипомъ** (Таб. 49, черт. 390 a и b).

Если брусья пересѣкаются, а не находятся въ одной плоскости, то соединеніе дѣлается врубкою, не больше чѣмъ въ одну пятую высоты брусьевъ, обыкновенно въ $1^1/_2$". Такая врубка примѣняется при сопряженіи потолочныхъ балокъ съ поддерживающими прогонами, обвязками, лежнями и мауэрлатами, далѣе при соединеніи схватокъ съ подставками, прогонами, стропильными ногами и т. д. Формы врубокъ показаны на чертежахъ 391—396 на таб. 49. Если верхній брусъ не выступаетъ за нижній, то примѣняютъ также предыдущія врубки.

Если одинъ брусъ упирается торцомъ въ кромку другого, то примѣняются врубки особенной формы, показанныя на чертежахъ 397—400 на таб. 49.

d. **Усиленіе брусьевъ.** Усиленіе брусьевъ производится при балкахъ, подпорахъ и подкосахъ по всей длинѣ ихъ или въ отдѣльныхъ мѣстахъ. Оно имѣетъ цѣлью соединить два или нѣсколько брусьевъ такимъ образомъ, чтобы они могли выдерживать бо́льшую нагрузку, чѣмъ отдѣльные брусья безъ такого соединенія, называемаго *сплачиваніемъ*.

Брусья сплачиваются слѣдующимъ образомъ:

1) **Сплачиваніе брусьевъ косымъ зубомъ** (Таб. 49, черт. 401).

Высота зубьевъ составляетъ $^1/_{10}$ всей высоты сплоченныхъ брусьевъ, а длина ихъ равняется приблизительно всей высотѣ (h) послѣднихъ. Зубья подымаются отъ концовъ до середины балки. Торцы зубьевъ должны быть перпендикулярны къ наклоннымъ плоскостямъ, въ которыхъ соприкасаются брусья. Чтобы предотвращать взаимное вдавливаніе волоконъ дерева у торцовъ, между послѣдними вставляется желѣзный или свинцовый листъ.

Если между отдѣльными зубьями показываются промежутки, то вбиваютъ въ нихъ клинья изъ твердаго дерева или желѣза. На практикѣ это почти всегда оказывается необходимымъ. Брусья стягиваются болтами, расположенными на разстояніи другъ отъ друга, равномъ двойной высотѣ балки, и вблизи концовъ. Болты имѣютъ поперечникъ отъ $^5/_8$"—$^7/_8$". Часто даютъ сплоченнымъ балкамъ подъемъ отъ $^1/_{60}$—$^1/_{100}$ пролета, чѣмъ увеличивается сопротивленіе изгибу. Высота всей сплоченной балки дѣлается отъ $^1/_{12}$ до $^1/_{15}$ пролета, при ширинѣ отдѣльныхъ брусьевъ въ $^5/_7$ ихъ высоты.

Балка, сплоченная косымъ зубомъ, можетъ составляться изъ нѣсколькихъ частей, при чемъ нижнія части длиннѣе верхнихъ. Поэтому число нижнихъ частей на единицу больше верхнихъ. Стыки должны приходиться на середину верхнихъ, относительно нижнихъ частей и снабжаться вставленнымъ желѣзнымъ или свинцовымъ листомъ.

Если напримѣръ нижняя часть балки состоитъ изъ одного бруса, то верхняя можетъ состоять изъ двухъ, стыкъ которыхъ находится точно въ серединѣ балки (Таб. 49, черт. 401). Если нижняя часть сплоченной балки состоитъ изъ двухъ частей, то верхняя можетъ быть составляема изъ трехъ частей (Таб. 49, черт. 402). Вблизи стыковъ балки стягиваются болтами.

2) **Сплачиваніе брусьевъ прямымъ зубомъ** (Таб. 49, черт. 403).

При такой балкѣ, вслѣдствіе врубки, теряется много дерева, почему она не выгодна. За исключеніемъ формы зубьевъ эта балка ни въ чемъ не различается отъ предыдущей.

3) **Сплачиваніе брусьевъ помощью шпонокъ.** Сплачиваніе брусьевъ производится болтами и вбитыми клинообразными шпонками (Таб. 49, черт. 404) или при помощи двойного клина. Шпонки выдѣлываются изъ твердаго дерева или желѣза. Толщина ихъ дѣлается въ $^1/_{10}$ высоты h сплоченной балки, а ширина отъ $^1/_3$—$^2/_3$ h. Шпонки вырѣзываются такъ, чтобы ихъ торцы прилегали къ торцамъ брусьевъ. Разстояніе шпонокъ отъ середины до середины составляетъ до 2 h, а въ концахъ оно меньше. Болты располагаются на разстояніи отъ 3—4 h. Въ концахъ балки и съ обѣихъ сторонъ стыковъ всегда должны находиться болты. Шпонки имѣютъ наклонное (Таб. 49, черт. 404) или горизонтальное положеніе (Таб. 49, черт. 405). Послѣдній чертежъ показываетъ сплачиваніе поддерживающаго прогона съ подбалкою, которая подперта подпорою.

Если шпонки замѣняются двойными клиньями (Таб. 49, черт. 406), то послѣдніе дѣлаются толщиною въ $\frac{h}{6}$ и шириною $\frac{h}{4}$, а разстояніе ихъ другъ отъ друга равняется высотѣ h балки. Шпонки и клинья вбиваются по стягиваніи брусьевъ болтами. Только-что изложенный способъ сплачиванія брусьевъ слѣдуетъ предпочитать сплачиванію ихъ зубомъ, такъ-какъ онъ требуетъ менѣе дерева, работы и поэтому менѣе издержекъ.

Число сплачиваемыхъ балокъ неограничено, но оно въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ рѣдко превосходитъ два.

Сплоченныя балки называются составными балками.

На чертежѣ 406 a на таб. 50 показано усиленіе балокъ при помощи струнъ, расположенныхъ съ обѣихъ сторонъ балки. Концы струнъ прикрѣплены къ чугунной плитѣ, которою обдѣланы торцы балки. Иногда усиливаютъ балки, устраивая ихъ въ видѣ шпренгеля съ двумя струнами и деревянною подпоркою, которая часто замѣняется желѣзною (Таб. 50, черт. 406 b и c).

Подвѣсныя и шпренгельныя или подкосныя системы. Общія понятія. Балка извѣстныхъ размѣровъ, поддержанная въ обоихъ концахъ, можетъ, при опредѣленной свободной длинѣ, выдерживать только опредѣленную нагрузку.

Часть нижней грани балки, которою упирается послѣдняя въ стѣну или другую балку, называется опорою ея. Эта опора должна имѣть опредѣленную длину. Можно держаться правила, что длина опоры балки въ каждомъ изъ обоихъ концовъ должна равняться высотѣ балки. При толстыхъ балкахъ можно принимать ее нѣсколько меньше, а при тонкихъ нѣсколько больше.

Подъ свободною длиною или пролетомъ балки подразумѣвается разстояніе опоръ отъ середины до середины ихъ.

Если пролетъ или нагрузка балки превосходитъ опредѣленную величину, то балка должна усилиться, или одинъ или нѣсколько разъ поддержаться. Такое поддержаніе производится удобнѣе всего вертикальными подпорами, какъ-то: деревянными стойками, чугунными колоннами или каменными столбами.

Если же пространство, перекрываемое балкою, не должно стѣсняться вертикальными или также наклонными подпорами, то можно подвѣшивать балку снизу къ вертикальной стойкѣ, верхній конецъ которой соединенъ подкосами съ концами балки; этими нагрузка передается на концы балокъ и послѣдними на опоры. Полученная такимъ образомъ ферма называется подвѣсною фермою, а система конструкціи подвѣсною системою. Если же подпирать балку снизу подкосами, передающими нагрузку непосредственно на опорныя стѣны или на подставки балки, то происходитъ такъ-называемая подкосная или шпренгельная ферма, а система конструкціи носитъ названіе подкосной или шпренгельной системы. Опоры подкосовъ послѣдней системы должны сопротивляться горизонтальному распору, которому, при подвѣсной системѣ, сопротивляется сама балка, какъ это объясняютъ нижеслѣдующіе чертежи, въ которыхъ показано разложеніе дѣйствующихъ силъ.

По числу подпорныхъ точекъ балки различаютъ простую или одиночную, двойную и тройную и т. д. подвѣсную, относительно подкосную систему.

Соединеніемъ обѣихъ системъ получается сложная подвѣсная и подкосная система.

Вообще число подпорныхъ точекъ зависитъ отъ длины и нагрузки балки. При большой нагрузкѣ балка подпирается черезъ каждые 13′ до 16′, а при менѣе значительной нагрузкѣ черезъ каждые 16′ до 20′.

Б. Подвѣсныя системы.

Подвѣсныя системы примѣняются въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ преимущественно при устройствѣ крышъ для поддерживанія прогоновъ и чердачныхъ потолочныхъ балокъ и для поддерживанія не подпертыхъ внутреннихъ фахверковыхъ стѣнъ.

a. *Роды подвѣсныхъ системъ.*

1) **Простая подвѣсная система** (Таб. 50, черт. 407). Эта система состоитъ изъ затяжной балки или затяжки b, одной бабки или подвѣски c и двухъ подкосовъ a.

Простая подвѣсная система примѣняется при фермахъ съ пролетомъ отъ 23′ до 33′, при чемъ затяжная балка подвѣшивается къ бабкѣ въ серединѣ своей.

2) **Двойная подвѣсная система** (Таб. 50, черт. 408). Эта система состоитъ изъ затяжки,

двухъ бабокъ или подвѣсокъ, двухъ подкосовъ и одного ригеля г, служащаго распоркою между бабками.

Разстояніе бабокъ или подвѣсокъ другъ отъ друга составляетъ лучше всего 0,4 всей длины затяжной балки, а разстояніе ихъ отъ концовъ затяжной балки 0,3 ея длины. Двойная система примѣняется для пролетовъ до 48′.

3) **Тройная подвѣсная система.** Эта система состоитъ изъ одной простой и одной двойной подвѣсной системы (Таб. 50, черт. 409) или изъ трехъ простыхъ подвѣсныхъ системъ (Таб. 50, черт. 410).

Въ первомъ случаѣ средняя бабка дѣлается двойною, чтобы она могла охватывать ригель; боковыя бабки также могутъ быть расположены двойными и охватываютъ тогда подкосы средней системы.

Подкосы, лежащіе одинъ надъ другимъ, часто сплачиваются шпонками и болтами. Пролетъ тройной подвѣсной фермы можетъ составлять приблизительно до 65′. Такъ-какъ подвѣсныя фермы преимущественно примѣняются для устройства крышъ, то разстояніе и число подвѣсокъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ и родъ системы, зависятъ также отъ положенія и числа подпорныхъ точекъ стропильныхъ ногъ.

b. *Устройство подвѣсныхъ системъ.* Среднія линіи подкосовъ и бабки, при простой подвѣсной системѣ (Таб. 50, черт. 411), и среднія линіи подкосовъ бабки и ригеля, при двойной подвѣсной системѣ (Таб. 50, черт. 412), должны пересѣкаться въ одной точкѣ. Кромѣ того, располагаютъ нижній конецъ подкосовъ, какъ можно ближе, къ опорамъ затяжки. Уголъ, образуемый подкосомъ и затяжкою, долженъ быть не меньше 30° и не больше 45°; но нерѣдко данныя условія дѣлаютъ необходимымъ отклоненіе отъ этого правила. Крайніе допускаемые предѣлы наклона подкосовъ представляютъ углы въ 25° и 60°.

1) **Соединеніе подкосовъ съ затяжкою.** Это соединеніе производится обыкновенно простымъ зубомъ съ шипомъ (Таб. 50, черт. 411), а если наклонъ подкоса малъ, то двойнымъ зубомъ съ шипомъ, при чемъ соединеніе укрѣпляется еще болтами (Таб. 51, черт. 413).

Разстояніе гнѣзда шипа въ затяжкѣ отъ конца ея должно быть не меньше 8″. Иногда подкосы упираются въ особую подушку а, врубленную въ затяжку и соединенную съ нею болтами (Таб. 51, черт. 414), или соединенную съ затяжкою шпонками и болтами (Таб. 51, черт. 414а).

2) **Соединеніе бабки съ подкосами.** Это соединеніе также производится или простымъ зубомъ съ шипомъ (Таб. 51, черт. 415) или двойнымъ зубомъ безъ шипа (Таб. 51, черт. 416), при чемъ разстояніе верхняго конца бабки отъ врубки подкоса въ нее должно быть не меньше 10″. Если это разстояніе меньше 10″ или даже равняется нулю, то соединеніе производится половиннымъ зубомъ при помощи хомута (Таб. 51, черт. 417). Хомутъ состоитъ изъ полосового желѣза шириною приблизительно въ 2″ и толщиною въ 3/8″. Если подкосы, наверху подвѣски, торцами примыкаютъ другъ къ другу, то хомуту придаютъ подходящую форму, показанную на чертежѣ 418 на таб. 51. При подвѣсной фермѣ съ двойною бабкою торцы подкосовъ примыкаютъ другъ къ другу въ вырѣзкѣ бабокъ соотвѣтственной формы, при чемъ бабки подъ и надъ мѣстомъ соединенія стягиваются болтами (Таб. 51, черт. 419). Если торцы подкосовъ примыкаютъ другъ къ другу наверху бабки, то соединеніе иногда дѣлается такъ, какъ показано на чертежѣ 420 на таб. 51.

3) **Соединеніе подвѣски или бабки съ затяжкою.** Это соединеніе производится при помощи хомутовъ разнаго рода. Хомутъ можетъ состоять изъ куска полосового желѣза, охватывающаго затяжку и прикрѣпленнаго посредствомъ скобъ и болтовъ къ бабкѣ (Таб. 51, черт. 421), или онъ составляется изъ двухъ кусковъ полосового желѣза; тогда нижніе концы ихъ имѣютъ круглое сѣченіе и снабжены винтовыми нарѣзками, при помощи которыхъ обѣ части хомута свинчиваются съ желѣзною плитою, находящеюся подъ затяжкою (Таб. 51, черт. 422). Прикрѣпленіе хомута къ бабкѣ дѣлается, какъ при предыдущемъ соединеніи.

Хомутамъ даютъ ширину въ 2″ и толщину отъ 1/4″—3/8″, при чемъ предполагается обыкновенная нагрузка подвѣсной фермы. Длина хомута, считая отъ верхняго конца его до нижняго конца бабки, принимается приблизительно въ 2′.

Для того, чтобы бабки при осадкѣ фермы не давили затяжки, отчего происходитъ изгибающее усиліе послѣдней, оставляютъ между ними промежутокъ величиною не меньше 1″.

При двойныхъ бабкахъ, охватывающихъ затяжку, послѣдняя проходитъ черезъ вырѣзку въ нихъ, при чемъ высота вырѣзки дѣлается на 1″ больше высоты затяжки (Таб. 51, черт. 423); при двойныхъ же бабкахъ, прекращающихся затяжкою, употребляются два хомута (Таб. 51, черт. 424).

Если подвѣсная система должна поддерживать потолочныя балки, то послѣднія обыкновенно располагаются параллельно къ затяжкѣ, которая тогда одновременно представляетъ потолочную балку. Поддерживаніе остальныхъ потолочныхъ балокъ производится прогонами, находящимися подъ или надъ затяжкою. Поддерживающіе прогоны примѣняются въ такомъ случаѣ, если требуется гладкій полъ верхняго помѣщенія (Таб. 51, черт. 425), а прогоны, лежащіе надъ затяжкою тамъ, гдѣ потолокъ нижняго помѣщенія долженъ оставаться гладкимъ (Таб. 51, черт. 426). Поддерживающіе прогоны а одновременно съ затяжкою подвѣшиваются къ бабкамъ помощью хомутовъ (Таб. 51, черт. 427), проходящихъ черезъ затяжку, или они подкрѣпляются снизу болтами къ затяжкѣ, какъ напр. при двойныхъ бабкахъ (Таб. 52, черт. 428).

Прогоны b, расположенные наверху затяжки, просто кладутъ на послѣднюю, непосредственно у бабокъ (Таб. 52, черт. 426). Потолочныя балки соединяются съ прогонами, поддерживающими ихъ снизу вырубкою въ шестую высоты первыхъ, между тѣмъ какъ при расположеніи прогоновъ наверху потолочныхъ балокъ послѣднія подвѣшиваются къ нимъ болтами.

4) **Соединеніе бабки съ ригелемъ.** Это соединеніе встрѣчается при двойной подвѣсной фермѣ и производится просто зубомъ съ шипомъ (Таб. 52, черт. 429), при чемъ разстояніе между верхнимъ концомъ бабки и гнѣздами для шиповъ подкоса и ригеля не должно быть больше 10″. Если это разстояніе меньше или равняется нулю, то соединеніе укрѣпляется желѣзными наугольниками (Таб. 52, черт. 430). Если бабки расположены двойными, то онѣ охватываютъ подкосы, соединяемые просто въ притыкъ (Таб. 52, черт. 431). При тройной подвѣсной системѣ встрѣчается еще соединеніе, показанное на чертежахъ 432 а и b на таб. 52.

Во многихъ случаяхъ для затяжекъ не имѣется въ распоряженіи цѣльныхъ брусьевъ достаточной длины. Тогда онѣ составляются изъ нѣсколькихъ частей, сращиваемыхъ между собою подъ бабками косымъ зубомъ (Таб. 52, черт. 433), при чемъ соединеніе часто еще укрѣпляется подбалкою.

Размѣры составныхъ частей подвѣсной системы. Вообще размѣры составныхъ частей подвѣсной фермы зависятъ отъ нагрузки и относительнаго положенія частей фермы, и должны опредѣляться разсчетомъ по законамъ строительной механики. Для обыкновенныхъ случаевъ, встрѣчающихся при устройствѣ крышъ, можно принимать для поперечнаго сѣченія бабокъ $^6/_6$″, $^6/_8$″ и $^8/_8$″, для поперечнаго сѣченія подкосовъ ширину, равную ширинѣ бабокъ, а высоту отъ 8″ до 10″. Ригелю даютъ поперечное сѣченіе, ширина котораго равняется ширинѣ бабокъ и подкосовъ, а высота котораго бываетъ на $1^1/_2$″ меньше высоты подкосовъ.

B. Шпренгельныя или подкосныя системы.

Шпренгельныя или подкосныя системы примѣняются преимущественно при устройствѣ деревянныхъ мостовъ, гдѣ устои уже безъ того имѣютъ достаточную толщину, чтобы они могли легко сопротивляться горизонтальному распору подкосной фермы. Въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ подкосныя фермы иногда встрѣчаются вмѣсто простыхъ поддерживающихъ прогоновъ и при устройствѣ крышъ и т. д.

а. *Роды подкосной* или *шпренгельной системы.*

1) **Простая подкосная** или **шпренгельная система** (Таб. 52, черт. 434). Эта система составляется изъ горизонтальной балки b и двухъ подкосовъ а. Балка подпирается въ серединѣ. Пролетъ ея можетъ составлять приблизительно до 30′.

2) **Двойная подкосная** или **шпренгельная система.** При этой системѣ различаются два случая:

α. *Двойная подкосная* или *шпренгельная система безъ ригеля.* (Таб. 52, черт. 435), которая состоитъ изъ горизонтальной балки b и двухъ подкосовъ а, подпирающихъ первую въ двухъ точкахъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ середины.

β. *Двойная подкосная* или *шпренгельная система съ ригелемъ* (Таб. 52, черт. 436), которая составляется изъ горизонтальной балки, двухъ подкосовъ и кромѣ того еще изъ ригеля r, увеличивающаго сопротивленіе системы. Пролетъ двойной подкосной фермы можетъ составлять приблизительно отъ 36′—45′.

3) **Тройная подкосная или шпренгельная система.** При этой системѣ также различаются два случая:

α. *Тройная подкосная* или *шпренгельная система*, состоящая изъ одной простой и одной двойной шпренгельной системы (Таб. 52, черт. 437).

β. *Тройная подкосная* или *шпренгельная система*, составленная изъ двухъ двойныхъ подкосныхъ системъ (Таб. 52, черт. 438).

При первой тройной подкосной системѣ балка подпирается три раза, а при второй четыре раза, между тѣмъ какъ пролетъ ея можетъ составлять приблизительно 60′.

Тройная подкосная система укрѣпляется еще висячими схватками d, охватывающими балки и подкосы; эти схватки располагаются перпендикулярно къ подкосамъ и имѣютъ цѣлью, предохранять послѣдніе отъ прогиба.

b. *Устройство подкосныхъ* или *шпренгельныхъ системъ.*

1) **Соединеніе подкосовъ съ опорою** показываютъ чертежи 439—441 на таб. 52 и чертежи 442—446 а на таб. 53.

2) **Соединеніе подкосовъ съ балкою.** При простой шпренгельной системѣ это соединеніе производится по чертежу 447 на таб. 53.

Если шпренгельная система примѣняется для поддерживанія потолочныхъ балокъ, то требуется часто еще поддерживающій прогонъ, въ который онѣ упираются. Этотъ поддерживающій прогонъ непосредственно подпирается подкосами по чертежамъ 448 и 449 на таб. 53.

При двойной шпренгельной системѣ безъ ригеля соединеніе подкосовъ съ затяжкою дѣлается по чертежу 450 на таб. 53, а съ ригелемъ по чертежамъ 451 и 452 на таб. 53. Если имѣются поддерживающіе прогоны, то они располагаются или между подкосомъ и ригелемъ (Таб. 53, черт. 453) или между балкою и ригелемъ (Таб. 53, черт. 454—456).

Между торцами подкоса и ригеля, относительно двухъ подкосовъ, помѣщается въ мѣстѣ соприкосновенія желѣзный или свинцовый листъ; иначе волокна дерева вдавливаются другъ въ друга.

Размѣры составныхъ частей подкосной или шпренгельной системы. Подкосамъ и ригелю даютъ ширину, равную ширинѣ балки, между тѣмъ какъ высота ихъ обыкновенно дѣлается на 2″ меньше высоты затяжки.

Г. Сложная подвѣсная и подкосная система.

a. *Роды сложной подвѣсной и подкосной системы.*

1) **Простая сложная подвѣсная и подкосная система** (Таб. 53, черт. 456). Эта система состоитъ изъ одной подвѣски или бабки, двухъ подкосовъ и затяжки, представляющей видъ схватокъ. Черезъ послѣднія проходятъ подкосы, соединенные съ ними врубкою приблизительно въ шестую своей ширины и болтами.

2) **Двойная сложная подвѣсная и подкосная система** (Таб. 53, черт. 456). Эта система устраивается изъ двухъ бабокъ, двухъ подкосовъ, ригеля и затяжки, въ видѣ схватокъ.

Всѣ правила, данныя относительно соединенія составныхъ частей подвѣсной и подкосной системы, находятъ примѣненіе и при устройствѣ настоящей системы.

Сложная подвѣсная и подкосная система примѣняется преимущественно при устройствѣ открытыхъ крышъ, т.-е. тамъ, гдѣ не имѣется потолка верхняго этажа, и крыша замѣняетъ его.

Д. Деревянныя стѣны.

Различаютъ деревянныя стѣны, состоящія изъ сплошныхъ рядовъ горизонтальныхъ или вертикальныхъ бревенъ или брусьевъ, далѣе такъ-называемыя фахверковыя стѣны, состоящія изъ брусчатаго остова, устроеннаго изъ вертикальныхъ, горизонтальныхъ и наклонныхъ брусьевъ, которые образуютъ клѣтки, заполненныя различнымъ матеріаломъ, и наконецъ заборы. Въ стоительномъ дѣлѣ преимущественно бревенчатыя и фахверковыя стѣны находятъ обширное примѣненіе.

a. *Стѣны, срубленныя изъ горизонтальныхъ бревенъ.* При устройствѣ деревянныхъ стѣнъ прежде всего должно обратить вниманіе на то, представляютъ ли онѣ наружныя стѣны теплыхъ или холодныхъ строеній, или внутреннія стѣны, при которыхъ приходится еще различать среднія стѣны и перегородки или переборки, не выдерживающія никакой нагрузки. Кромѣ того, слѣдуетъ еще имѣть въ виду, отдѣляютъ ли внутреннія стѣны теплое помѣщеніе отъ холоднаго или нѣтъ. Отъ всѣхъ этихъ условій зависитъ принимаемая толщина, плотность и крѣпость деревянныхъ стѣнъ.

Вообще можно полагать, что въ суровомъ климатѣ срубленныя стѣны, представляющія наружныя стѣны теплыхъ строеній, должны быть устраиваемы изъ бревенъ съ поперечникомъ отъ 9″ до

12″. Внутреннія стѣны, напротивъ того, можно рубить изъ бревенъ толщиною въ 7″ до 8″.

Въ странахъ съ умѣреннымъ климатомъ стѣны дѣлаются тоньше, смотря по степени суровости зимы. Наружнымъ стѣнамъ неотапливаемыхъ строеній придаютъ только такіе размѣры, чтобы онѣ могли удовлетворять условіямъ устойчивости. Встрѣчаются наружныя стѣны, срубленныя изъ тонкихъ бревенъ съ поперечникомъ въ $6^1/_2$″ до 7″, изъ пластинъ толщиною въ 6″ и даже изъ толстыхъ досокъ, сопряженныхъ на углахъ врубкою въ полдерева съ остаткомъ.

Устройство стѣнъ изъ горизонтальныхъ бревенъ. Для необходимой устойчивости стѣны изъ горизонтальныхъ бревенъ должны образовать въ планѣ прямоугольникъ, на углахъ котораго бревна сопрягаются врубками разнаго рода. Устойчивость стѣны бываетъ тѣмъ больше, чѣмъ чаще она пересѣкается съ другими перпендикулярными или наклонными къ пей стѣнами и чѣмъ больше число цѣльныхъ бревенъ, идущихъ отъ одного мѣста пересѣченія до другого.

Одинъ рядъ горизонтальныхъ бревенъ, сопряженныхъ концами на углахт строенія, называется вѣнцомъ, а нѣсколько вѣнцовъ, положенныхъ одинъ на другомъ и сплоченныхъ взаимно при помощи вставныхъ шиповъ, составляютъ такъ-называемый срубъ.

Первый окладной или обвязочный вѣнецъ, для котораго берутъ часто особенно толстыя бревна, кладется на цоколь изъ сплошной кладки, или основывается на каменныхъ столбахъ или деревянныхъ стульяхъ, врытыхъ въ землю.

Деревянные стулья имѣютъ поперечникъ отъ 10″ до 14″ и размѣщаются на разстояніи отъ 5′ до 9′ другъ отъ друга, смотря по грузу постройки и крѣпости грунта. Стулья должны находиться безусловно подъ углами постройки и подъ каждымъ мѣстомъ пересѣченія стѣнъ. Для стульевъ употребляются преимущественно комли сосноваго дерева. Стулья основываются или на подкладкѣ изъ камней (Таб. 53, чер. 458а), или, что еще лучше, на бутовой кладкѣ изъ двухь или трехъ рядовъ (Таб. 53, черт. 458b); они должны доходить до материка или нѣсколько ниже линіи промерзанія грунта. Для предохраненія стульевъ отъ слишкомъ скораго гніенія, обугливаютъ или осмаливаютъ ихъ на 1′ подъ и надъ поверхностью земли.

Для того, чтобы при слабомъ грунтѣ передавать грузъ зданія на бо́льшую площадь его, стулья устанавливаются на одномъ лежнѣ (Таб. 53, черт. 460) или на крестовинѣ (Таб. 53, черт. 458 с и 459) и соединяются съ послѣдними подкосами.

Высота стульевъ надъ поверхностью земли должна составлять отъ 2′ до 3′. Промежутки между кирпичными столбами и деревянными стульями оставляютъ безъ забирки или забираютъ ихъ болѣе или менѣе тщательно, смотря по важности постройки, однимъ рядомъ (Таб. 53, черт. 461), или двумя рядами (Таб. 53, черт. 462) досокъ, или пластинами и бревнами (Таб. 53, черт. 462 а). Въ стульяхъ вынимаютъ пазы для принятія концовъ досокъ или гребня бревенъ, нарубленнаго на концахъ послѣднихъ. Пустоты между двумя рядами досокъ заполняются матеріаломъ, дурно проводящимъ теплоту. Для того, чтобы еще лучше предохранять пространство подъ поломъ отъ проникапія холоднаго воздуха, прокладываютъ, между досками, бревнами или пластинами войлокъ, паклю или мохъ.

Первый окладной вѣнецъ соединяется со стульями шипами, нарубленными на верхахъ ихъ. Если стѣны основываются на сплошномъ фундаментѣ одинаковой высоты, то начинается срубъ двухъ противоположныхъ стѣнъ половиннымъ бревномъ (Таб. 54, черт. 463). Но это будетъ необходимымъ только въ такомъ случаѣ, если поверхность соприкосновенія двухъ бревенъ одной стѣны приходится на середину бревенъ другой стѣны, перпендикулярной къ первой. То же само встрѣчается при бревнахъ верхняго вѣнца двухъ противоположныхъ стѣнъ.

Можно избѣгать половиннаго бревна для нижняго окладного вѣнца, дѣлая фундаментъ продольныхъ и поперечныхъ стѣнъ неодинаковой высоты, соотвѣтственно положенію бревенъ окладнаго вѣнца.

На первый вѣнецъ нарубаютъ второй, на второй третій и т. д., при чемъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы бревна, для возможно болѣе горизонтальнаго положенія ихъ безъ значительной подтески, были расположены на углахъ попеременно комлями и вершинами.

Для того, чтобы вѣнцы плотно прилегали другъ къ другу и не соприкасались по одной только линіи, каждое накладываемое бревно причерчивается къ положенному уже на мѣстѣ, и по причерчиваніи вынимаютъ въ немъ продольный пазъ.

Пазъ вынимается всегда въ верхнемъ бревнѣ,

чтобы вода не втекала въ мѣсто соединенія. Швы или пазы между вѣнцами стѣнъ жилыхъ строеній прокладываются пенькою или войлокомъ, а пазы нежилыхъ, неотапливаемыхъ строеній мягкимъ болотнымъ мхомъ.

По окончательной осадкѣ строенія, т.-е. приблизительно черезъ годъ, всѣ щели, образовавшіяся отъ высыханія бревенъ или другихъ причинъ, вновь законопачиваются паклею или смоленою пенькою. При конопаткѣ стѣнъ слѣдуетъ наблюдать, чтобы конопать по всей длинѣ вѣнца была одинаковой плотности. Конопатка производится съ обѣихъ сторонъ стѣны лучше въ нѣсколько пріемовъ, а именно: между верхними вѣнцами не слишкомъ туго и между нижними постепенно туже и туже, соотвѣтственно увеличивающемуся внизъ грузу зданія.

Для того, чтобы стѣны не пучились, вѣнцы взаимно соединяются вставными шипами, толщина которыхъ должна быть не менѣе 1″, а длина не менѣе 5″. Разстояніе шиповъ другъ отъ друга и отъ мѣста пересѣченія съ другими стѣнами должно составлять не менѣе 7′. Шипы располагаются въ смежныхъ вѣнцахъ въ перевязку.

Если первый вѣнецъ кладутъ на стулья, а не на сплошной фундаментъ, то бревна сращиваются косымъ зубомъ, при чемъ середина врубки должна находиться надъ осью стула. Спращиваніе бревенъ промежуточныхъ вѣнцовъ дѣлается простымъ стыкомъ, но располагаютъ непремѣнно по обѣ стороны его вставные шипы.

При устройствѣ стѣнъ сильно нагруженныхъ зданій, какъ-то: кладовыхъ, амбаровъ, хлѣбныхъ магазиновъ и т. п., бревна, для большей крѣпости стѣнъ, сращиваются черезъ каждые два вѣнца косымъ зубомъ. Сращиваніе бревенъ въ промежуточныхъ вѣнцахъ производится простымъ стыкомъ. Бревна въ верхнемъ вѣнцѣ сращиваются также косымъ зубомъ.

Стыки бревенъ во всѣхъ вѣнцахъ должны быть расположены по возможности въ перевязку.

На углахъ строенія бревна сопрягаются съ остаткомъ и безъ остатка. Для перваго способа сопряженія примѣняются врубки въ обло или въ чашку (Таб. 47, черт. 361), въ присѣкъ (Таб. 47, черт. 362) и шведская или въ шестиугольникъ (Таб. 47, черт. 363).

Если стѣны остаются безъ обшивки досками, то всѣ врубки въ бревнахъ и брусьяхъ должны быть обращены внизъ, чтобы дождевая вода не могла накопляться въ нихъ.

Сопряженіе бревенъ и брусьевъ на углахъ производится просто въ полдерева съ деревяннымъ нагелемъ (Таб. 47, черт. 352), въ полулапу (Таб. 47, черт. 353), въ лапу (Таб. 47, черт. 360 и 364) или наконецъ, для большей крѣпости соединенія, часто въ лапу съ коренннымъ шипомъ (Таб. 54, черт. 464 и 464a). Соединеніе бревенъ внутреннихъ поперечныхъ стѣнъ съ наружными продольными бревнами можно производить такимъ же образомъ (Таб. 54, черт. 464b), т.-е. посредствомъ прорѣзной лапы съ кореннымъ шипомъ.

Для дверей, оконъ и печей оставляютъ въ стѣнѣ отверстія. Высота этихъ отверстій увеличивается на 1/20 для осадки стѣны. Щель, остающаяся послѣ окончательной осадки стѣны, задѣлывается деревомъ. Простѣнки, срубленные изъ отрубковъ бревенъ, держатся до окончательной отдѣлки отверстій одними лишь вставными шипами. Каждый отрубокъ сопрягается со смежными по возможности бо́льшимъ числомъ вставныхъ шиповъ, по крайней мѣрѣ двумя.

Бревна передъ употребленіемъ въ дѣло очищаются отъ коры.

Бревна, идущія въ составъ наружныхъ стѣнъ жилыхъ строеній, обтесываются и острагиваются обыкновенно только съ внутренней стороны, а съ наружной только оскабливаются. Нижній и верхній вѣнцы часто вообще не обтесываются. Бревна внутреннихъ стѣнъ обтесываются съ обѣихъ сторонъ. Обтеска бревенъ наружныхъ стѣнъ съ обѣихъ сторонъ допускается только въ такомъ случаѣ, если онѣ остаются безъ обшивки и желаютъ придавать имъ болѣе красывый видъ,

Бревна, составляющія наружныя стѣны холодныхъ строеній, вовсе не обтесываютя.

Средства для увеличенія устойчивости стѣнъ. Устойчивость стѣнъ, срубленныхъ изъ горизонтальныхъ бревенъ, главнымъ образомъ зависитъ отъ существованія поперечныхъ стѣнъ, связывающихъ противоположныя наружныя стѣны и расположенныхъ въ опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга. Это разстояніе, по опытамъ на практикѣ, не должно превосходить 4 сажени, если бревна продольныхъ стѣнъ между крестовинами срощены, иначе стѣны выходятъ изъ вертикальнаго положенія, т.-е. онѣ пучатся.

Чаще всего примѣняются, для устраненія

этого неудобства, такъ-называемые **сжимы** (Таб. 54, черт. 465), т.-е. вертикальныя брусчатыя стойки въ видѣ схватокъ съ поперечнымъ сѣченіемъ приблизительно въ $^4/_6''$ и больше, постановленныя съ обѣихъ сторонъ стѣны и соединенныя между собою. Соединеніе должно быть произведено такъ, чтобы оно не препятствовала осадкѣ стѣны. Для этой цѣли употребляются **скобы**, **обоймы** или **хомуты** a, обхватывающіе сжимы и могущіе свободно скользить при осадкѣ стѣнъ по сжимамъ, или **болты** b, для движенія которыхъ въ сжимахъ оставляютъ подъ каждымъ болтомъ продолговатое отверстіе. Разстояніе скобъ и болтовъ другъ отъ друга дѣлается въ 5′.

Въ жилыхъ строеніяхъ сжимы часто располагаются только съ наружной стороны стѣнъ и прикрѣпляются къ послѣднимъ скобами на разстояніи въ $2^1/_2{}'$ другъ отъ друга.

Если стѣны значительной длины и высоты должны сопротивляться боковому давленію, дѣйствующему изнутри строенія, то простые сжимы оказываются недостаточными и должны укрѣпляться. Это дѣлается посредствомъ подкосовъ, упирающихся въ отдѣльные стулья, врытые въ землю (Таб. 54, черт. 466), или, при каменномъ фундаментѣ, въ лежни, положенные на такой же фундаментъ (Таб. 54, черт. 467).

Для усиленія устойчивости длинныхъ стѣнъ большихъ зданій, безъ внутреннихъ связывающихъ поперечныхъ стѣнъ, располагаютъ также мѣстами фальшивые углы въ видѣ контрфорсовъ, такъ-называемые **коротыши** (Таб. 54, черт. 468), представляющіе короткія стѣнки. Для предохраненія отъ разрушительнаго дѣйствія дождевой воды, торцы коротышей часто обшиваются досками. Высота контрфорсовъ зависитъ отъ величины бокового давленія и высоты стѣнъ. Если условія это допускаютъ, то усиленіе устойчивости стѣнъ производится при помощи сжимовъ и подкоса, расположеннаго внутри строенія и упирающагося внизу въ особенный лежень, а врубленнаго вверху въ потолочную балку (Тад. 54, черт. 468a).

Обдѣлка оконныхъ и дверныхъ отверстій. Оконныя отверстія въ стѣнахъ, срубленныхъ изъ горизонтальныхъ бревенъ, обдѣлываются рамою, состоящею изъ подушки a, двухъ косяковъ bb и перекладины c. Косяки вставляются шипами въ соотвѣтственныя гнѣзда, вынутыя въ подушкѣ. Подушку кладутъ непосредственно на подоконникъ. Въ верхахъ косяковъ также нарубаются шипы, на которые насаживается перекладина (Таб. 55, черт. 469). Надъ перекладиною c оставляютъ запасъ d для насаживанія ея и для свободной осадки стѣны, которая составляетъ приблизительно $^1/_{20}$ высоты проема. По окончательной осадкѣ стѣны запасъ задѣлывается деревомъ.

Въ концахъ стѣнныхъ бревенъ, прекращенныхъ оконнымъ отверстіемъ, нарубаютъ гребень, который входитъ въ пазы, вынутые въ косякахъ.

Все только-что сказанное относится также къ обдѣлкѣ дверныхъ отверстій или проемовъ, при чемъ приходится замѣнить подушку порогомъ.

Всѣ щели, образовавшіяся вслѣдствіе осадки стѣны и высыханія дерева, плотно законопачиваются паклею или подобными матеріалами.

Окончательная отдѣлка стѣнъ. Наружныя стѣны строеній обшиваются досками или оставляются безъ обшивки, смотря по назначенію строеній. Холодныя строенія почти всегда оставляются безъ обшивки.

Обшивка стѣнъ дѣлается изъ вертикальныхъ, наклонныхъ или горизонтальныхъ досокъ и производится по окончательной осадкѣ стѣнъ. Обшивка изъ вертикальныхъ досокъ оказывается проще всѣхъ другихъ способовъ. Вертикальныя доски прибиваются къ стѣнамъ, а швы между ними закрываются прибитыми планками, выпиленными изъ тѣхъ же досокъ.

Чаще всего встрѣчается обшивка изъ горизонтальныхъ досокъ. Она производится слѣдующимъ образомъ. Къ стѣнѣ прибиваются вертикальные бруски, такъ-называемыя **прибоины**, на разстояніи отъ $3^1/_2{}'$ до 4′ другъ отъ друга, точно вырѣзанныя соотвѣтственно формѣ бревенъ. Внѣшнія грани этихъ прибоинъ должны непремѣнно находиться въ одной вертикальной плоскости. Къ прибоинамъ прибиваются горизонтальныя доски, толщиною въ 1″, которыя должны быть сплочены такимъ образомъ, чтобы врубки были обращены внизъ и дождевая вода не могла проникать сквозь швы обшивки (Таб. 55, черт. 470). Доски на углахъ срѣзываются въ усъ (Таб. 55, черт. 471). Если стѣны срублены безъ остатка, то прибоинамъ придаютъ толщину въ 5″. На чертежѣ 472 на таб. 55 показаны расположеніе прибоинъ на углахъ и соединеніе обшивки съ косякомъ. Но если стѣны срублены съ остаткомъ, то толщина прибоинъ зависитъ отъ того, должны ли быть остатки

скрыты или нѣтъ. Въ первомъ случаѣ прибоины должны имѣть толщину, равную величинѣ остатка (Таб. 55, черт. 473), а во второмъ выше приведенную толщину въ 5″ (Таб. 55, черт. 474 и 475). Стѣны съ наружной стороны большею частью окрашиваются масляною краскою, а внутренняя поверхность ихъ оштукатуривается по драни. На чертежѣ 476 на таб. 55 показанъ вертикальный разрѣзъ стѣны по окончательной отдѣлѣ. Въ этомъ примѣрѣ половыя балки упираются въ каменный цоколь, а потолочные балки врублены между предпослѣднимъ и послѣднимъ вѣнцами лапою или сковороднемъ.

При этомъ потолочныя балки надъ дверными и оконными отверстіями должны быть поддержаны не менѣе чѣмъ двумя стѣнными бревнами, однимъ цѣлымъ, покрывающимъ отверстіе, а другимъ съ врубками до половины высоты его, для принятія концовъ балокъ.

Половыя балки нижняго этажа строеній изъ сруба, при сплошномъ каменномъ фундаментѣ, часто врубаются въ первый вѣнецъ, а если стѣны основываются на стульяхъ, то во второй. Половыя балки врубаются также между первымъ и вторымъ вѣнцами (Таб. 55, черт. 479), если нижній окладной вѣнецъ имѣетъ достаточную толщину, стулья размѣщены на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга и, наконецъ, нагрузка пола незначительна.

Иногда стѣны холодныхъ строеній и хлѣвовъ устраиваются изъ горизонтальныхъ бревенъ или брусьевъ, пластинъ или толстыхъ досокъ, концы которыхъ вставляются въ пазы кирпичныхъ столбовъ, шириною въ 2 и толщиною въ 2½ кирпича (Таб. 55, черт. 477 и 478). Столбы размѣщаются въ такомъ разстояніи другъ отъ друга, чтобы главныя стропильныя фермы приходились на нихъ, т.-е. на разстояніи приблизительно отъ 13′ до 16′. Столбамъ и стѣнамъ даютъ обыкновенно общій фундаментъ изъ бутовой или булыжной кладки, наружная верхняя поверхность котораго дѣлается наклонною для стока дождевой воды. Толщина деревянныхъ частей стѣны зависитъ отъ назначенія строенія.

б. *Стѣны изъ вертикальныхъ бревенъ.* Наружныя стѣны изъ вертикальныхъ бревенъ устраиваются преимущественно только въ такомъ случаѣ, если планъ зданія имѣетъ криволинейную форму, а внутреннія — для отдѣленія теплыхъ помѣщеній отъ холодныхъ. Вертикальныя бревна впускаются гребнями, нарубленными съ обоихъ концовъ ихъ, въ нижнюю и верхнюю обвязки, въ которыхъ вынимаются соотвѣтственные пазы (Таб. 55, черт. 479). Швы между бревнами прокладываются мхомъ, войлокомъ или паклею и тщательно проконопачиваются.

Фундаменты стѣнъ изъ вертикальныхъ бревенъ устраиваются какъ при стѣнахъ, срубленныхъ изъ горизонтальныхъ бревенъ. Верхняя и нижняя обвязки бываютъ двойными; между ними врубаются потолочныя и половыя балки.

в. *Фахверковыя стѣны.* Фахверковыя стѣны, какъ наружныя стѣны теплыхъ строеній, устраиваются преимущественно въ странахъ съ умѣреннымъ или теплымъ климатомъ; но если по какимъ-либо причинамъ приходится выводить ихъ также въ холодныхъ странахъ, то слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы клѣтки, образуемыя брусчатымъ остовомъ, были заполнены матеріаломъ достаточной плотности и толщины, который былъ бы въ состояніи предохранять стѣны отъ промерзанія.

Для выведенія наружныхъ стѣнъ холодныхъ строеній, фахверковыя стѣны играютъ важную роль, потому что онѣ требуютъ менѣе дерева, чѣмъ стѣны, срубленныя изъ горизонтальныхъ бревенъ. Это обстоятельство имѣетъ важное значеніе, особенно въ странахъ, не изобилующихъ лѣсомъ.

Въ видѣ перегородокъ или переборокъ, фахверковыя стѣны употребляются какъ въ деревянныхъ, такъ и въ каменныхъ зданіяхъ.

Фахверковыя стѣны чаще всего встрѣчаются въ сѣверо- и юго-западныхъ губерніяхъ, гдѣ онѣ извѣстны подъ названіемъ прусскаго мура.

Брусчатый остовъ (Таб. 56, черт. 480) фахверковыхъ стѣнъ устраивается независимо отъ рода забирки и составляется изъ горизонтальныхъ, вертикальныхъ и наклонныхъ частей.

Нижнюю часть остова образуетъ горизонтальный брусъ, такъ-называемая нижняя обвязка a, основывающаяся на деревянныхъ стульяхъ, на отдѣльныхъ каменныхъ столбахъ или на сплошномъ фундаментѣ изъ бутовой, булыжной или кирпичной кладки. Въ нижнюю обвязку упираются стойки, которыя различаются другъ отъ друга, смотря по мѣсту, занимаемому ими, какъ угловыя стойки b_1, дверныя и оконныя стойки b_2 и промежуточныя стойки b_3. На стойки насаживаются верхняя обвязка или насадка c. Чтобы предохранять остовъ отъ продольнаго сдви-

женія, располагаютъ въ каждой стѣнѣ по противоположнымъ направленіямъ не менѣе двухъ раскосовъ или укосинъ d. Между стойками располагаются, смотря по надобности, распорки, такъ-называемые ригеля e.

Нижняя обвязка основывается, какъ уже было сказано выше, на деревянныхъ стульяхъ, врытыхъ въ землю, на отдѣльныхъ каменныхъ столбахъ, или на сплошномъ фундаментѣ изъ кладки разнаго рода. Относительно деревянныхъ стульевъ можно примѣнить сказанное при изложеніи устройства стѣнъ изъ горизонтальныхъ бревенъ.

Каменнымъ столбамъ даютъ толщину, зависящую преимущественно отъ болѣе или менѣе правильной формы камней, которые имѣются въ распоряженіи. Столбы изъ кирпича дѣлаются обыкновенно квадратнаго сѣченія въ $1^1/_2$ кирпича, между тѣмъ какъ столбы изъ камней неправильной формы требуютъ толщину и ширину не менѣе 2′, а часто больше, потому что производство кладки столбовъ меньшихъ размѣровъ изъ такого матеріала весьма затруднительно.

Каменные столбы и деревянные стулья размѣщаютъ, смотря по грузу зданія, на разстояніи отъ 4′ до 7′ отъ друга.

Толщина цоколя изъ кирпичной кладки иногда дѣлается въ 1 кирпичъ, но обыкновенно не менѣе $1^1/_2$ кирпича, потому что онъ часто одновременно служитъ опорою половыхъ балокъ.

Цоколи изъ булыжной или бутовой кладки сверху покрываются рядомъ кирпичей, поставленныхъ на ребро, и дѣлаются по извѣстнымъ причинамъ обыкновенно не тоньше 2′. Чтобы предохранять нижнюю обвязку отъ брызговъ дождевой воды, даютъ цоколю, столбамъ и стульямъ обыкновенно высоту отъ 2′ до 3′ надъ землею.

Отъ подымающейся сырости грунта нижняя обвязка защищается слоемъ асфальта или цемента, покрывающимъ горизонтальную поверхность каменнаго цоколя. Нижняя обвязка сердцевинною стороною должна быть обращена внизъ и скрѣпляться при легкихъ строеніяхъ съ фундаментомъ желѣзными якорями (Таб. 57, черт. 481), располагаемыми у каждаго стыка обвязки и черезъ каждые 10′. Якорь состоитъ изъ вертикальнаго круглаго желѣза, имѣющаго на нижнемъ концѣ обухъ, черезъ который просовывается горизонтальный засовъ изъ полосового желѣза. Якорь проходитъ черезъ обвязки и укрѣпляется гайкою. Если нижняя поверхность пола находится на равной высотѣ съ верхнею поверхностью нижней обвязки, то дѣлаютъ послѣднюю на 1″ толще стоекъ, даютъ ей выступать внутрь зданія и прибиваютъ къ ней половыя доски. Обыкновенно упираются концы половыхъ балокъ въ обрѣзъ цоколя (Таб. 57, черт. 482); но если имѣется и черный полъ, то лучше избѣгаютъ соприкосновенія нижней обвязки съ матеріаломъ, заполняющимъ промежутки между чистымъ и чернымъ полами, и даютъ нижней обвязкѣ подкладку соотвѣтственной высоты изъ кирпичной кладки на цементномъ растворѣ (Таб. 57, черт. 483).

Не смотря на всѣ мѣры предосторожности, нижняя обвязка очень часто подвержена болѣе или менѣе скорому гніенію и должна замѣняться другою, что всегда сопряжено съ значительными затрудненіями, такъ-какъ всѣ стойки и укосины соединены съ нею шипомъ. Въ виду этого, оказывается выгоднѣе, составлять нижнюю обвязку изъ двухъ частей (Таб. 57, черт. 484), изъ которыхъ верхняя принимаетъ стойки и укосины. Вслѣдствіе большаго разстоянія отъ кладки цоколя, эта верхняя часть обвязки менѣе подвергаются гніенію, и, въ случаѣ надобности, тогда уже легко, устранить нижнюю часть обвязки и замѣнить ее новою, что производится обыкновенно исподоволь отдѣльными кусками. При этомъ положеніе шиповъ, стоекъ и укосинъ ничуть не измѣняется.

Нижняя обвязка продольныхъ и поперечныхъ наружныхъ стѣнъ сопрягается на углахъ врубкою въ полулапу (Таб. 57, черт. 485 и 486). Обвязки сращиваются въ косой зубъ со скрытыми швами (Таб. 57, черт. 487). Если нижняя обвязка выступаетъ изъ-за наружной поверхности стѣны, то снабжается скошенною кромкою; но лучше, придавать нижней обвязкѣ одинаковую толщину со стойками, или же выступъ долженъ быть обращенъ внутрь зданія.

Поперечное сѣченіе нижней обвязки дѣлается при легихъ строеніяхъ въ $^6/_8$″, а при бо́льшихъ до $^7/_{11}$.

Стойки фахверковой стѣны имѣютъ задачу передавать грузы потолковъ и крыши, упирающихся въ нее, на нижнюю обвязку.

Прежде всего слѣдуетъ помѣстить угловыя стойки b_1 (Таб. 56, черт. 480), дверныя и оконныя стойки b_2 по обѣимъ сторонамъ дверныхъ и оконныхъ отверстій, а потомъ уже размѣщаютъ проме-

жуточныя стойки b_3 на разстояніи приблизительно въ 3′ до 4½′ другъ отъ друга. Если внутри зданія имѣются перегородки, то обыкновенно располагаютъ въ мѣстахъ пересѣченія ихъ съ фронтовою стѣною стойку, входящую одновременно въ составъ перегородки. Но если стѣна остается безъ обшивки, и поэтому оказывается желательнымъ равномѣрное распредѣленіе стоекъ, то располагаютъ особенную прислонную стойку b (Таб. 56, черт. 480, и таб. 57, черт. 488), представляющую боковое ограниченіе перегородки. Нижнія и верхнія обвязки обѣихъ пересѣкающихся стѣнъ должны быть соединены желѣзными закрѣпами.

Стойки соединяются съ нижнею обвязкою потайнымъ шипомъ длиною въ 2½″ до 3″ безъ деревяннаго нагеля (Таб. 48, черт. 375); но такъ-какъ вода легко можетъ проникать въ гнѣзда нижней обвязки, что способствуетъ скорому гніенію послѣдней, то предпочитаютъ крестовый шипъ (Таб. 48, черт. 378). Если нижняя обвязка прекращается дверным отверстіемъ, то соединеніе ея съ дверными косяками производится по чертежу 376 на таб. 48. Такимъ же образомъ соединяются и нижняя обвязка съ угловыми стойками.

На верхахъ стоекъ нарубаются шипы, на которые насаживается верхняя обвязка. Это соединеніе часто укрѣпляется деревяннымъ нагелемъ. Толщина стоекъ зависитъ отъ рода заполненія клѣтокъ. Заполненіе бутовою кладкою требуетъ толщины стоекъ не меньше 7″ до 9″. При забиркѣ клѣтокъ кирпичною кладкою въ полкирпича или въ 1 кирпичъ, толщина стоекъ дѣлается соразмѣрною съ размѣрами кирпича, или еще нѣсколько больше, чтобы стойки выступали наружу изъ-за поверхности кирпичной кладки. Это дѣлается особенно въ такомъ случаѣ, если кирпичная кладка должна оштукатуриваться (Таб. 57, черт. 489), или остовъ стѣны, для болѣе красиваго вида, снабжается скошенными кромками (Таб. 57, черт. 490).

Ширина стоекъ зависитъ отъ высоты и нагрузки стѣны.

Угловыя стойки и таковыя, помѣщенныя въ мѣстахъ пересѣченія съ внутренними стѣнами, болѣе остальныхъ промежуточныхъ стоекъ ослабляются гнѣздами для шиповъ ригелей и поэтому требуютъ большаго поперечнаго сѣченія. Но такъ-какъ выступы этихъ стоекъ внутрь зданія весьма неудобны, то ихъ устраняютъ, вынимая въ стойкахъ фальцы (Таб. 57, черт. 491—493). Эта работа затруднительна, почему часто и довольствуются утолщеніемъ стоекъ по одному лишь направленію (Таб. 57, черт. 494 и 495), или внутренняя кромка угловой стойки скатывается (Таб. 57, черт. 496), или вмѣсто одной располагаютъ на углахъ три стойки (Таб. 57, черт. 497).

Раскосы или укосины d (Таб. 56, черт. 480) служатъ для предохраненія стѣнъ отъ сдвиженія по продольному направленію ихъ. Такъ-какъ это сдвиженіе преимущественно можетъ происходить отъ давленія вѣтра, то слѣдуетъ располагать двѣ укосины съ противоположнымъ наклономъ по крайней мѣрѣ въ обоихъ угловыхъ клѣткахъ (Таб. 56, черт. 480). При длинныхъ стѣнахъ располагаютъ укосины также въ среднихъ клѣткахъ, особенно въ тѣхъ, которые находятся непосредственно возлѣ воротъ. Иногда располагаютъ укосины въ перекрестномъ видѣ, при чемъ главная укосина, верхній конецъ которой обращенъ наружу, проходитъ безъ прекращенія отъ верхней до нижней обвязки, между тѣмъ какъ другая состоитъ изъ двухъ частей, прибитыхъ къ первой гвоздями безъ врубки (Таб. 58, черт. 498). Такія перекрестныя укосины располагаютъ также часто, для украшенія стѣны, въ маленькихъ клѣткахъ подъ и надъ оконными отверстіями (Таб. 58, черт. 498). Укосины должны быть сопряжены непосредственно съ верхнею и нижнею обвязкою, а не со стойками, потому что въ послѣднемъ случаѣ происходитъ вредный распоръ. Гнѣзда укосинъ должны имѣть разстояніе отъ гнѣзда стоекъ не менѣе 4″. Укосинамъ даютъ тѣ же размѣры, какъ и стойкамъ.

Верхняя обвязка c (Таб. 56, черт. 480) насаживается на верхніе шипы стоекъ и имѣетъ одинаковые размѣры съ нижнею обвязкою. Верхняя обвязка непосредственно поддерживаетъ стропила или служитъ опорою для потолочныхъ балокъ, соединенныхъ съ нею врубками въ ⅙—⅛ высоты ея.

Распорки или ригеля имѣютъ задачу, предохранять стойки отъ изгиба по продольному направленію стѣны. Сперва располагаютъ надъ оконными и дверными отверстіями ригеля e_1 и e_3, называемые перекладинами (Таб. 56, черт. 480), и ригеля e_2 подъ оконными отверстіями, остальные же e располагаютъ такъ, чтобы площадь клѣтокъ при заполненіи бутовой кладкой дѣлалась не больше 15 кв. футовъ, а при заполненіи кирпичной кладкой и глиной не больше 25 кв. фут. Обыкновенно рас-

полагаютъ одинъ ригель при высотѣ стѣны въ 8′, два при высотѣ ея въ 12′ и три при высотѣ ея въ 16′.

При забиркѣ фахверковыхъ стѣнъ досками, особенно въ такомъ случаѣ, если онѣ, сверхъ того, еще обшиваются горизонтальными досками, ригеля оказываются излишними. Ригеля располагаютъ или на равной высотѣ (Таб. 59, черт. 507, и таб. 60, черт. 508) или такъ, чтобы нижняя грань одного ригеля находилась на равной высотѣ съ верхнею гранью смежнаго ригеля (Таб. 58, черт. 498). Въ послѣднемъ случаѣ стойки менѣе ослабляются гнѣздами, чѣмъ въ первомъ. Шипамъ ригелей даютъ незначительную длину. Укрѣпленіе соединенія нагелемъ излишне. Ширина обыкновенныхъ ригелей равняется толщинѣ стѣны, а высота принимается отъ 3″ до 4″. Перекладины надъ дверными и оконными отверстіями должны выдерживать нагрузку забиркою клѣтки, находящейся надъ ними. Поэтому придаютъ имъ бóльшую высоту и соединяютъ ихъ со стойками простымъ зубомъ съ шипомъ и нагелемъ (Таб. 57, черт. 490). Но такое укрѣпленіе соединенія оказывается недостаточнымъ для перекладинъ широкихъ воротъ. Въ этомъ случаѣ часто необходимо, устраивать для поддерживанія перекладины подкосную (Таб. 58, черт. 499) или подвѣсную систему (Таб. 58, черт. 500). На обоихъ предыдущихъ чертежахъ также показано устраненіе вреднаго вліянія прекращенія нижней обвязки дверным отверстіемъ. Это производится также по чертежу 501 на таб. 58.

Фахверковыя стѣны **многоэтажныхъ зданій** устраиваютъ отдѣльно дла каждаго этажа и совершенно независимо другъ отъ друга, или устанавливаютъ на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга главныя стойки, проходящія по всей высотѣ наружной стѣны зданія черезъ всѣ этажи.

Въ первомъ случаѣ кладутъ нижнюю обвязку стѣны верхняго этажа на потолочныя балки нижняго этажа и соединяютъ ее съ послѣдними вырубками (Таб.56, черт. 480). Если послѣдняя потолочная балка лежитъ въ щипцовой стѣнѣ, то она представляетъ одновременно верхнюю обвязку щипцовой стѣны нижняго этажа и нижнюю обвязку щипцовой стѣны верхняго этажа. Балка должна нѣсколько выступать изъ-за внутренней поверхности стѣны, чтобы возможно было прибить къ ней гвоздями половыя доски и досчатую подшивку (Таб. 58, черт. 502). Но лучше устраиваютъ щипцовую стѣну точно такъ, какъ фронтовую стѣну, ограничивая нижнюю стѣну сверху верхнею обвязкою и располагая перпендикулярно къ главнымъ потолочнымъ балкамъ короткія балочки a, упирающіяся однимъ концомъ въ верхнюю обвязку нижней стѣны, а другимъ въ первую главную потолочную балку b. Короткая балочка c на углахъ имѣетъ діагональное положеніе (Таб. 59, черт. 503, и таб. 61, черт. 521 b). Для лучшаго укрѣпленія внутренняго конца ея вставляется иногда еще особенный ригель a (Таб. 59, черт. 504) между первою главною потолочною балкою и первою короткою балочкою.

Наружныя фахверковыя стѣны многоэтажныхъ строеній находятся или въ одной вертикальной плоскости (Таб.59,черт.505a—c), или стѣны верхнихъ этажей выступаютъ за стѣну ниже лежащаго этажа (Таб. 59, черт. 506 a—d). Такимъ образомъ получается въ верхнемъ этажѣ большее пространство, и одновременно предохраняется нижняя стѣна отъ падающаго дождя.

Такъ-какъ при многоэтажныхъ стѣнахъ, устроенныхъ по только-что изложенному способу, вслѣдствіе высыханія дерева, легко можетъ произойти значительная осадка всего зданія, то иногда располагаютъ проходящія черезъ нѣсколько этажей угловыя и отдѣльныя главныя промежуточныя стойки, между тѣмъ какъ остальныя промежуточныя стойки имѣютъ длину, равную высотѣ одного лишь этажа.

Проходящія стойки обыкновенно дѣлаются двойными (Таб. 59, черт. 507), а угловые стойки иногда четвертными (Таб. 60, черт. 508).

Угловыя и главныя стойки устанавливаются непосредственно на каменномъ фундаментѣ, чтобы препятствовать осадкѣ ихъ.

Двойныя промежуточныя стойки располагаются одна подлѣ другой по продольному направленію стѣны, или одна за другою по толщинѣ стѣны.

Въ первомъ случаѣ (Таб. 60, черт. 503) отдѣльныя части нижней обвязки впускаются шипами въ двойныя стойки и соединяются съ ними желѣзными связями. Верхняя обвязка такимъ же образомъ соединяется съ двойными стойками, но она проходитъ черезъ угловую стойку. Промежуточная балка a проходитъ черезъ главныя стойки, и щипцовая балка b черезъ угловыя стойки. Балки соединяются со стойками болтами.

Въ другомъ случаѣ (Таб. 59, черт. 507) нижняя и верхняя обвязки проходятъ черезъ двой-

ныя главныя стойки, а потолочныя балки, приходящіяся на послѣднія, дѣлаются двойными и, въ видѣ схватокъ, обхватываютъ стойки.

На чертежѣ 508 а на таб. 60 показанъ остовъ наружной фахверковой стѣны со всѣми сюда относящимися врубками.

Внутреннія фахверковыя стѣны бываютъ перегородки или среднія стѣны и идутъ параллельно или перпендикулярно къ направленію потолочныхъ балокъ. Въ первомъ случаѣ потолочныя балки, находящіяся въ одной плоскости со стѣною, представляютъ одновременно нижнюю и верхнюю обвязки стѣны (Таб. 60, черт. 509), а во второмъ случаѣ слѣдуетъ располагать особыя, нижнюю и верхнюю, обвязки, идущія поперекъ потолочныхъ балокъ подъ и надъ ними. При устройствѣ дверей въ такихъ стѣнахъ происходитъ то неудобство, что нижняя обвязка выступаетъ изъ-за поверхности пола. Поэтому нижняя обвязка прекращается внутри дверного отверстія, и концы ея поддерживаются особенными ригелями а (Таб. 60, черт. 510), или нижняя обвязка стѣны врубается въ потолочныя балки и нѣсколько вырѣзывается внутри дверного отверстія (Таб. 60, черт. 511)

Если внутреннія стѣны поддержаны по всей своей длинѣ, то онѣ устраиваются какъ обыкновенныя фахверковыя стѣны, но если онѣ поддержаны только въ концахъ, что часто встрѣчается при неодинаковомъ положеніи помѣщеній въ смежныхъ этажахъ многоэтажныхъ зданій, то въ составъ ихъ должна войти подвѣсная ферма, передающая грузъ на концы нижней балки или обвязки, или подвѣшиваютъ ихъ желѣзными полосами къ концамъ верхней балки.

Смотря по длинѣ перегородокъ и расположенію дверей, примѣняется простая или двойная подвѣсная система, но простая только при длинѣ стѣны до 14′ (Таб. 60, черт. 512). Если дверь находится въ серединѣ перегородки, то послѣдняя устраивается по чертежу 513 на таб. 60, а если она расположена вблизи опоры нижней обвязки, то по чертежу 514 на таб. 60. При весьма высокихъ перегородкахъ устраивается одна лишь верхняя часть ихъ въ видѣ подвѣсной системы, а нижняя часть подвѣшивается къ верхней желѣзными хомутами (Таб. 60, черт. 515).

Такъ-какъ при только-что показанныхъ внутреннихъ фахверковыхъ стѣнахъ, вслѣдствіе высыханія дерева, осадка неизбѣжна, то лучше устраиваютъ перегородки какъ обыкновенныя фахверковыя стѣны, безъ подвѣсной системы, и подвѣшиваютъ ихъ къ концамъ верхней балки (Таб. 60, черт. 516 и 517). Способъ подвѣшиванія стѣны показанъ на чертежѣ 518 на таб. 61.

На чертежахъ 519 и 520 на таб. 61 представлено устройство внутреннихъ фахверковыхъ стѣнъ, идущихъ перпендикулярно къ потолочнымъ балкамъ.

На чертежѣ 519 на таб. 61 нижняя обвязка подъ двернымъ отверстіемъ замѣнена крѣпкою желѣзною полосою а, а на чертежѣ 520 на таб. 61 деревянными ригелями а. Стойки поддержанныхъ перегородокъ разставляются на разстояніи въ 5′ другъ отъ друга и имѣютъ ширину и толщину въ 3″—4″. Деревяннымъ косякамъ и перекладинамъ даютъ ширину въ 5″, а нижней и верхней обвязкамъ высоту отъ 5″ до 6″.

Бабки подвѣсной системы неподдержанныхъ перегородокъ должны имѣть ширину въ 5″, а подкосы высоту отъ 6″ до $7^1/_2$″.

На чертежѣ 508 а на таб. 60 показанъ остовъ двухъэтажной фахверковой стѣны со всѣми сюда относящимися врубками.

Заполненіе клѣтокъ наружныхъ фахверковыхъ стѣнъ. Клѣтки заполняются бутовою или кирпичною кладкою, или болѣе или менѣе толстыми досками, или наконецъ безформенною массою.

Заполненіе клѣтокъ бутовою кладкою, по неправильности формы камней и, въ виду этого, необходимой толщинѣ деревяннаго остова, не удобно, и поэтому рѣдко встрѣчается.

Заполненіе клѣтокъ кирпичною кладкою дѣлается обыкновенно толщиною въ полкирпича.

Соединеніе кирпичей со стойками производится троякимъ способомъ.

1) Въ стойкахъ вынимаютъ треугольный пазъ и кирпичи соотвѣтственно притесываютъ (Таб. 61, черт. 521 и 521 а).
2) Къ стойкамъ прибиваютъ треугольные бруски и въ кирпичахъ вытесываютъ соотвѣтственные пазы (Таб. 61, черт. 521 b).
3) Черезъ каждые 3—4 ряда вбиваютъ въ стойки съ боку длинные гвозди до половины ихъ длины и закладываютъ выступающую половину (Таб. 57, черт. 489). Гвозди находятся въ постельныхъ швахъ кладки и вбиваются по окончаніи ниже лежащаго ряда.

Этотъ способъ производства заполненія клѣтокъ проще и лучше другихъ.

Площадь клѣтокъ должна быть не больше 25 кв. фут. Кирпичная кладка производится по системѣ ложковой перевязки.

Разстояніе составныхъ частей деревяннаго остова дѣлается соотвѣтственно размѣрамъ кирпича, если кирпичная кладка остается видною, т.-е. если стѣна не оштукатуривается или не обшивается досками. Но если высота клѣтокъ не допускаетъ разположенія опредѣленнаго числа рядовъ кирпичной кладки плашмя, то можно, непосредственно подъ верхнею обвязкою или ригелями, располагать рядъ кирпичей, поставленныхъ на ребро (Таб. 57, черт. 490).

Промежутки между концами потолочныхъ балокъ заполняются также кирпичною кладкою и часто обшиваются досками (Таб. 59, черт. 505 a—c). Если верхній этажъ выступаетъ за нижній, то задѣлка промежутковъ производится по чертежамъ 606 a—d на таб. 59.

Заполненіемъ клѣтокъ кирпичною кладкою толщиною въ 1 кирпичъ получается облицованная фахверковая стѣна. Облицовка обращена всегда наружу (Таб. 61, черт. 522).

Фахверковыя стѣны теплыхъ строеній, клѣтки которыхъ заполнены кирпичною кладкою толщиною въ полкирпича, не доставляютъ достаточной защиты отъ прониканія холода. Поэтому даютъ стойкамъ такую толщину, чтобы онѣ выступали внутрь строенія, и обшиваютъ ихъ досками, которыя снабжаются штукатуркою (Таб. 61, черт. 523). Такимъ образомъ получается воздушная прослойка между кладкою и досчатою обшивкою, дурно проводящая теплоту. При поперечномъ сѣченіи стоекъ въ 6/8″ эта прослойка имѣетъ толщину приблизительно въ 2″. Но и при этомъ способѣ заполненія стѣны внутренность строеній защищается въ достаточной степени отъ холода только въ странахъ съ очень умѣреннымъ климатомъ.

Забирка фахверковыхъ стѣнъ деревомъ. Забирка клѣтокъ брусчатаго остова фахверковой стѣны производится горизонтальными или вертикальными досками, толщина которыхъ зависитъ отъ назначенія строеній.

При забиркѣ стѣнъ простыхъ неотапливаемыхъ строеній горизонтальными досками, разстояніе стоекъ другъ отъ друга можетъ быть принимаемо въ 50 разъ больше толщины досокъ. Доски иногда замѣняются пластинами или тонкими бревнами, соединенными между собою вставными шипами.

При забиркѣ клѣтокъ такого рода, ригеля между стойками излишни, такъ-какъ горизонтальныя обшивочныя доски предохраняютъ послѣднія отъ бокового изгиба.

Вообще предпочитаютъ забирку стѣнъ вертикальными досками, потому что въ этомъ случаѣ осадка досокъ и стоекъ бываетъ равномѣрна, между тѣмъ какъ при забиркѣ стѣны горизонтальными досками, вслѣдствіе неравномѣрной осадки досокъ и стоекъ, происходятъ щели между первыми.

Горизонтальныя или вертикальныя доски, толщиною приблизительно въ 3″, вставляются въ пазы, вынутые въ серединѣ боковой поверхности стоекъ (Таб. 61, черт. 524), или въ четверти, вынутыя во внутреннемъ или наружномъ краю стоекъ (Таб. 61, черт. 525 и 526). Первый способъ требуетъ одновременной установки брусчатаго остова и досчатой забирки, мѣжду тѣмъ какъ при второмъ способѣ забирка можетъ производиться по окончаніи устройства остова.

Если фахверковыя стѣны представляютъ наружныя стѣны теплыхъ строеній въ суровомъ климатѣ, то можно забирать ихъ двумя рядами вертикальныхъ досокъ, швы которыхъ расположены въ перевязку. Доски обиваются кровельнымъ толемъ или войлокомъ. Кромѣ того, можно еще обшивать остовъ стѣны съ обоихъ сторонъ горизонтальными однодюймовыми досками и оштукатуривать внутреннюю сторону стѣны (Таб. 61, черт. 527). При такой забиркѣ стѣнъ, внутренній рядъ вертикальныхъ досокъ проходитъ отъ нижней обвязки до верхней безъ прекращенія, мѣжду тѣмъ какъ другой рядъ прекращается ригелями, ширина которыхъ дѣлается на толщину проходящаго ряда досокъ меньше остова (Таб. 61, черт. 528).

При менѣе суровомъ климатѣ пропускаютъ одну или другую часть забирки или обшивку съ одной или другой стороны стѣны или съ обѣихъ сторонъ ея.

Внутреннія фахверковыя стѣны обшиваются однодюймовыми досками, которымъ даютъ наклонъ подъ угломъ въ 45° (Таб. 61, черт. 529). Остовъ такихъ перегородокъ можетъ имѣть толщину приблизительно въ 3″—4″ и иногда даже совсѣмъ не имѣется. Тогда перегородка состоитъ только изъ двухъ рядовъ досокъ, сплоченныхъ въ четверть или въ шпунтъ. Доски одного ряда располагаются вертикальными, а другого наклонными подъ угломъ

въ 45°. Оба ряда досокъ соединяются гвоздями (Таб. 62, черт. 530).

Для прикрѣпленія такой перегородки къ потолку и полу, прибиваются гвоздями бруски.

Если стойки перегородки по какимъ-либо причинамъ дѣлаются значительной толщины, то обшивочныя доски съ обѣихъ сторонъ стѣны вставляются въ четверти, вынутыя въ стойкахъ (Таб. 62, черт. 531).

Для большей непроницаемости перегородокъ для холода и звука, клѣтки ихъ заполняются подходящими матеріалами, напр. строительнымъ мусоромъ, древесными опилками, размельченнымъ торфомъ и пр.

При наружныхъ фахверковыхъ стѣнахъ холодныхъ строеній, часто оказывается достаточною досчатая обшивка, находящаяся, лучше всего, на наружной сторонѣ остова. Обшивка производится горизонтальными или вертикальными досками, сплоченными въ четверть или въ шпунтъ. Для предохраненія внутренности зданія отъ проникновенія дождевой воды, при обшивкѣ стѣнъ горизонтальными досками, четверть или пазъ вынимаютъ всегда въ нижнемъ краю обшивочныхъ досокъ (Таб. 62, черт. 532). Еще лучшею оказывается жалюзиобразная обшивка (Таб. 62, черт. 533). Но такая обшивка представляетъ некрасивый видъ и употребляетя преимущественно при временныхъ постройкахъ.

При обшивкѣ фахверковыхъ стѣнъ вертикальными досками, послѣднія сплачиваются въ шпунтъ (Таб. 62, черт. 534), или швы между ними покрываются прибитыми брусками (Таб. 62, черт. 535), или, наконецъ, онѣ располагаются въ разбѣжку (Таб. 62, черт. 536).

Иногда наружныя стѣны обшиваютъ съ обѣихъ сторонъ и заполняютъ пустоты подходящимъ матеріаломъ.

З а п о л н е н і е к л ѣ т о к ъ ф а х в е р к о в ы х ъ с т ѣ н ъ б е з ф о р м е н н о ю м а с с о ю. Глина, известково-песчаная масса и бетонъ преимущественно представляютъ безформенную массу, употребляемую для заполненія клѣтокъ фахверковыхъ стѣнъ.

Производство работы требуетъ предварительной обшивки брусчатаго остова стѣны съ обѣихъ сторонъ досками, которыя, по окончаніи набивки и отвердѣніи массы, опять устраняются. Заполненіе клѣтокъ подъ верхнею обвязкою и ригелями производится съ боку, пропуская на одной сторонѣ верхнюю обшивочную доску и насыпая и сглаживая съ этой стороны массу.

Заполненіе стѣнъ безформенною массою требуетъ бо́льшаго количества ригелей. Для лучшаго приставанія массы къ брусчатому остову во всѣхъ частяхъ его вынимаютъ пазы.

Глиняныя мазанковыя стѣны. Такія стѣны устраиваются въ Малороссіи, на сѣверо- и юго-западныхъ краяхъ, а также и въ нѣкоторыхъ степныхъ губерніяхъ южной Россіи. Стѣны изъ такъ-называемыхъ мазанокъ состоятъ, точно такъ, какъ и фахверковыя стѣны, изъ брусчатаго остова, клѣтки котораго, по установленнымъ кольямъ, оплетаются хворостомъ, соломою или камышомъ и затѣмъ обмазываются глиною. Смотря по роду задѣлки клѣтокъ, различаются м а з а н к о в ы я с т ѣ н ы д е р е в я н н ы я, п л ѣ т н е в ы я, с о л о м е н н ы я и к а м ы ш е в ы я.

а. *Деревянныя мазанки* состоятъ изъ обвязокъ и стоекъ, промежутки между которыми забраны тонкими бревнами (накатникомъ), пластинами или плахами. Поверхность такой стѣны сначала снабжается обрѣшеткою изъ жердей, съ набивными на нихъ деревянными клинышками, а затѣмъ обмазывается глинянымъ растворомъ.

б. *Плетневыя мазанки.* При такихъ стѣнахъ клѣтки брусчатаго остова забираются вертикально поставленными кольями или горизонтальными жердями, оплетенными хворостомъ. Колья и жерди располагаются, смотря по толщинѣ ихъ, на разстояніи другъ отъ друга въ 7″ до 10″.

в. *Соломенныя мазанки* отличаются отъ плетневыхъ только тѣмъ, что взамѣнъ хвороста употребляются жгуты изъ длинной, прямой или старновой ржаной соломы. Разстояніе кольевъ другъ отъ друга дѣлается въ 7″.

г. *Камышевыя мазанки.* При такихъ стѣнахъ къ жердямъ, забирающимъ клѣтки брусчатаго остова, прикрѣпляются тонкими прутяными канатами (ужевками) или проволокою пучки зимняго или голаго камыша, очищеннаго отъ шелухи. Пучки прикрѣпляются къ верхней и нижней обвязкамъ прибитыми къ нимъ гвоздями.

Глиняный растворъ для обмазки мазанковыхъ стѣнъ такой же, какой употребляется для приготовленія лемпача. Обмазка стѣнъ производится

слѣдующимъ образомъ. Поверхность наружныхъ и внутреннихъ стѣнъ предварительно промывается мочальными щетками и на нее набрасывается глиняный растворъ, оставляемый до просушки. Затѣмъ набрасываютъ второй и третій слои до тѣхъ поръ, пока не сравнятся всѣ углубленія на поверхностяхъ стѣнъ.

Въ свѣжую, еще мягкую обмазку набиваются кусочки каменнаго или, что еще лучше, кирпичнаго щебня, на столько, на сколько это возможно.

По окончательной просушкѣ обмазки, стѣны оштукатуриваются известковымъ или глинянымъ растворомъ; затѣмъ онѣ отбѣливаются известью, мѣломъ или бѣлою глиною.

Стѣны холодныхъ строеній устраиваютъ такимъ же образомъ, впуская въ пазы стоекъ концы горизонтальныхъ жердей, обмотанныхъ соломою, пропитанною глиною. Смежные ряды жердей скрѣпляютъ другъ съ другомъ спицами, пробивая послѣднія въ солому или переплетая ряды тонкою проволокою.

Поверхность такихъ стѣнъ выравнивается наброскою массы изъ глины, извести и песку.

Заборы. Заборы служатъ для огражденія даннаго пространства, и такъ-какъ они не должны выдерживать никакой нагрузки, то они могутъ обладать только такою устойчивостью, которая достаточна для сопротивленія давленію вѣтра.

Смотря по условіямъ, которымъ заборы должны удовлетворять, они устраиваются болѣе или менѣе плотно и крѣпко.

Заборы строятся изъ столбовъ, промежутки между которыми забираются горизонтальными или вертикальными досками.

Въ послѣднемъ случаѣ и необходимы еще горизонтальныя перекладины, къ которымъ прибавляются вертикальныя доски или иногда также рѣшетины.

Столбы вкапываются въ землю на глубину отъ $2^1/_2{}'$ до $5'$, на растояніи другъ отъ друга отъ $7'$ до $10'$, и на $1'$ подъ и надъ землею обугливаются или окрашиваются смолою. Они дѣлаются изъ круглыхъ бревенъ или изъ брусьевъ, обтесанныхъ на два или на четыре канта, Вокругъ вкопанной части столбовъ насыпается глина, которая плотно утрамбовывается. Вверху столбы оканчиваются въ видѣ пирамиды (Таб. 62, черт. 537) или наклонной плоскости (Таб. 62, черт. 538). Въ послѣднемъ случаѣ, для предохраненія столбовъ отъ прониканія дождевой воды, верхній конецъ ихъ покрывается доскою со свѣсомъ.

Заборы изъ горизонтальныхъ досокъ устраиваютъ, прибивая послѣднія къ столбамъ съ одной стороны (Таб. 62, черт. 539) или впуская ихъ въ пазы, вынутые въ столбахъ (Таб. 62, черт. 540), при чемъ оказывается выгоднымъ, замѣнить нижнія доски двумя или тремя бревнами. Доски имѣютъ толщину отъ $2''$ до $3''$ и сплачиваются въ клинообразный шпунтъ.

При устройствѣ заборовъ изъ вертикальныхъ досокъ, 2 или 3 перекладины a впускаются съ одной стороны въ гнѣзда въ столбахъ (Таб. 62, черт. 541) или располагаются между столбами (Таб. 62, черт. 542). Перекладины a имѣютъ поперечное сѣченіе отъ $1^1/_2 / 4''$ до $4/6''$. Къ перекладинамъ прибиваютъ вертикальныя доски толщиною отъ $1''$ до $1^1/_2{}''$, совершенно плотно приставляя ихъ другъ къ другу или располагая ихъ въ разбѣжку, т.-е. на большемъ или меньшемъ разстояніи другъ отъ друга. Доски выступаютъ за перекладины приблизительно на $4''$.

Перекладины лучше располагать двойными. Тогда онѣ охватываютъ доски или рѣшетины въ видѣ схватокъ съ обѣихъ сторонъ.

Вертикальныя доски иногда замѣняются рѣшетинами, если это допускаютъ данныя условія. Рѣшетинамъ даютъ поперечное сѣченіе отъ $1 / 1^1/_2{}''$ до $1^1/_2 / 2^1/_2{}''$ и размѣщаютъ ихъ на разстояніи отъ $4''$ до $6''$ другъ отъ друга.

Разстояніе нижнихъ концовъ вертикальныхъ досокъ или рѣшетинъ отъ поверхности земли зависитъ также отъ данныхъ условій. Иногда доски и рѣшетины доходятъ непосредственно до поверхности земли, и нижніе концы ихъ тогда должны быть предохранены отъ гніенія двумя горизонтальными досками, прибитыми къ нимъ съ обѣихъ сторонъ. Въ такомъ случаѣ обходятся безъ нижнихъ перекладинъ, замѣняя ихъ этими же горизонтальными досками.

Е. Потолки.

Потолки служатъ для отдѣленія смежныхъ этажей зданія другъ отъ друга и верхняго этажа отъ чердачнаго помѣщенія.

Важнѣйшую составную часть деревянныхъ потолковъ представляютъ потолочныя балки, вы-

держивающія собственный вѣсъ потолка и его нагрузку.

Расположеніе потолочныхъ балокъ. Различаютъ промежуточныя потолочныя балки между отдѣльными этажами и верхнія потолочныя балки, находящіяся надъ верхнимъ этажемъ и одновременно часто принимающія часть груза крыши.

Потолочныя балки располагаются на опредѣленномъ разстояніи приблизительно отъ 3′ до 4′ другъ отъ друга и поддерживаются, смотря по ихъ свободной длинѣ и нагрузкѣ, только въ своихъ концахъ или еще въ промежуточныхъ точкахъ. Потолочныя балки обыкновенно укладываются параллельно другъ къ другу.

Опорами могутъ служить кирпичныя стѣны, толщина которыхъ не меньше 1 кирпича, стѣны изъ булыжной или бутовой кладки соотвѣтственной толщины, деревянныя стѣны и деревянные или желѣзные поддерживающіе прогоны.

Расположеніе потолочныхъ балокъ зависитъ отъ плана зданія, положенія и толщины внутреннихъ стѣнъ, дымовыхъ трубъ, лѣстницъ и т. д. Расположеніе потолочныхъ балокъ верхняго этажа обусловливается еще положеніемъ главныхъ стропильныхъ фермъ крыши и иногда также формою послѣдней.

Вообще располагаютъ потолочныя балки такимъ образомъ, чтобы ихъ свободная длина была по возможности меньше, потому что размѣры поперечнаго сѣченія балокъ могутъ быть принимаемы тѣмъ меньше, и разстояніе ихъ другъ отъ друга тѣмъ больше, чѣмъ меньше свободная длина ихъ. Поэтому потолочныя балки почти всегда располагаются по ширинѣ зданія, такъ-что обѣ продольныя фронтовыя стѣны и среднія стѣны представляютъ ихъ опоры.

При небольшой ширинѣ зданія употребляются цѣлыя балки, но, при большей, балки сращиваются изъ двухъ или нѣсколькихъ частей, при чемъ мѣста сращиванія должны быть расположены надъ средними стѣнами. Цѣлыя балки служатъ, при помощи желѣзныхъ якорей, для скрѣпленія противоположныхъ стѣнъ, чѣмъ способствуется устойчивости послѣднихъ. Такія цѣлыя балки безусловно должны упираться своими концами въ простѣнки, а не въ кладку надъ оконными или дверными отверстіями.

При укладкѣ потолочныхъ балокъ, прежде всего, располагаютъ по одной балкѣ непосредственно у щипцовыхъ стѣнъ и съ обѣихъ сторонъ перегородокъ изъ кирпичной кладки, толщиною въ 1 кирпичъ (Таб. 62, черт. 543 и 544). Въ этихъ мѣстахъ балки необходимы, чтобы прибить къ нимъ половыя доски и подшивку потолка.

При деревянныхъ перегородкахъ, идущихъ параллельно къ потолочнымъ балкамъ, одна балка, при проходящихъ черезъ нѣсколько этажей перегородкахъ, представляетъ одновременно нижнюю и верхнюю обвязки ихъ (Таб. 62, черт. 545), а при непроходящихъ перегородкахъ только верхнюю обвязку (Таб. 62, черт. 546).

Въ верхнемъ этажѣ, сверхъ того, необходимы потолочныя балки въ плоскости главныхъ стропильныхъ фермъ, служащихъ одновременно затяжными балками послѣднихъ и принимающія стойки и подкосы ихъ.

По укладкѣ только-что приведенныхъ балокъ размѣщаютъ остальныя на равномъ разстояніи отъ 3′ до 4′ другъ отъ друга.

Иногда случается, что при значительной ширинѣ зданія затруднительно и даже невозможно, достать потолочныя балки надлежащей длины и толщины. Въ такомъ случаѣ можно располагать по ширинѣ зданія отдѣльныя цѣлыя балки a въ $^9/_{11}$″ или $^{10}/_{12}$″, которыя непремѣнно должны приходиться на простѣнки. На эти цѣлыя балки a, служащія въ то же время для скрѣпленія противоположныхъ стѣнъ, укладываютъ по длинѣ зданія балки b меньшаго поперечнаго сѣченія, соотвѣтственно ихъ свободной длинѣ, при чемъ можно употреблять балки небольшой длины съ поперечнымъ сѣченіемъ въ $^7/_8$″ или $^6/_8$″ (Таб. 62, черт. 547). Иногда балки b подвѣшиваются болтами къ балкамъ a.

Соразмѣрно съ мѣстными полицейскими постановленіями, потолочныя балки должны имѣть разстояніе отъ дымовыхъ трубъ въ свѣту не менѣе 10″, 12″ до 16″.

Если потолочныя балки прекращаются дымовыми трубами или лѣстницами, то концы прекращенныхъ балокъ a врубаются въ ригеля b, упирающіеся въ смежныя балки c (Таб. 63, черт. 548, 549, 550 и 551). На одинъ ригель укладываютъ обыкновенно не больше одной балки. Сопряженіе балокъ съ ригелемъ дѣлается по чертежу 552 на таб. 63.

Промежутки между дымовою трубою и вставленнымъ между ригелями b b брусомъ d запол-

няютъ такимъ образомъ, что выводятъ 2 или 3 ряда кирпичной кладки трубы со свѣсомъ (Таб. 63, черт. 553).

Половыя доски и досчатая подшивка потолка доходятъ до стѣнокъ дымовой трубы.

Если приходится оставлять для лѣстницы отверстія въ потолкѣ, то располагаютъ потолочныя балки по чертежамъ 554 и 555 на таб. 63. На послѣднемъ чертежѣ брусъ b представляетъ поддерживающій прогонъ, въ который упираются концы перекрещенныхъ балокъ a.

При вальмовыхъ или четырехскатныхъ крышахъ, имѣющихъ наклонъ также и къ щипцовымъ стѣнамъ, слѣдуетъ располагать надъ послѣдними, перпендикулярно къ потолочнымъ балкамъ, короткія балочки a, называемыя кладнями. Эти кладни поддерживаютъ концы полустропилъ. Для принятія концовъ наугольныхъ стропилъ, кладнямъ на углахъ даютъ діагональное направленіе (Таб. 63, черт. 556). На чертежѣ 557 на таб. 63 показанъ примѣръ расположенія потолочныхъ балокъ зданія.

Укрѣпленіе концовъ балокъ въ стѣнѣ. Длина опоры потолочныхъ балокъ на стѣнѣ должна приниматься отъ 3/4 до 1 высоты ихъ, но никогда не менѣе 8″. Опоры длиною больше 10″ очень рѣдко оказываются необходимыми, т.-е. только при очень большой свободной длинѣ балокъ. Потолочныя балки кладутъ непосредственно на стѣну (Таб. 63, черт. 558) или на такъ-называемый мауэрлатъ a съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 4/4″ или 4/5″ (Таб. 63, черт. 559). Мауэрлаты употребляются только тогда, когда стѣны верхняго этажа обладаютъ меньшею толщиною, чѣмъ стѣны нижняго, вслѣдствіе чего образуется обрѣзъ надлежащей ширины, на который можно класть мауэрлаты.

Если наружныя стѣны смежныхъ этажей имѣютъ одинаковую толщину, то мауэрлаты слишкомъ ослабляли бы кладку ихъ и, поэтому, не располагаются подъ концами потолочныхъ балокъ, отдѣляющихъ этажи другъ отъ друга; но для укладки потолочныхъ балокъ верхняго этажа они необходимы. Мауэрлатъ облегчаетъ выверстываніе потолочныхъ балокъ подъ ватерпасъ, съ которыми онъ соединяется вырубкою въ 1″, распредѣляетъ давленіе балокъ на большую площадь кладки, что особенно важно при свѣжей кладкѣ, и, наконецъ, скрѣпляетъ, при помощи желѣзныхъ якорей, противоположныя щипцовыя стѣны. Для послѣдней цѣли отдѣльныя части мауэрлата должны сращиваться косымъ зубомъ, чтобы онъ могъ сопротивляться растягивающему усилію.

Мауэрлаты, лучше всего, дѣлаются изъ дубоваго дерева.

Концы потолочныхъ балокъ, при задѣлываніи въ стѣнѣ, тщательно должны быть предохранены отъ сырости свѣжей кладки. Для этой цѣли кладка вокругъ концовъ балокъ должна производиться по возможности сухо и опрятно, а между концами балокъ и кладкою стѣны долженъ оставаться небольшой промежутокъ, сообщаемый отверстіемъ въ стѣнѣ съ наружнымъ воздухомъ, для свободнаго движенія послѣдняго до окончательнаго высыханія клакди (Таб. 63, черт. 560). Затѣмъ отверстіе задѣлывается. Иногда располагаютъ въ стѣнѣ узкую канавку, остающуюся совсѣмъ незадѣланною. Канавкѣ даютъ уклонъ наружу (Таб. 64, черт. 561). Особенное вниманіе слѣдуетъ обратить на то, чтобы торцы балокъ не соприкасались съ кладкою, отъ чего легко можетъ происходить гніеніе ихъ концовъ. Другое предохранительное средство представляетъ обвертка нижней, верхней и боковыхъ граней концовъ балокъ кровельнымъ толемъ, асфальтовою бумагою или войлокомъ. Но это средство въ большинствѣ случаевъ оказывается весьма вреднымъ, такъ-какъ торцы балокъ непремѣнно должны оставаться безъ всякой обвертки, чтобы не препятствовалось дальнѣйшему высыханію ихъ.

Для того, чтобы избѣгать ослабленія тонкихъ стѣнъ, располагаютъ мауэрлатъ на выступающихъ рядахъ кладки стѣны (Таб. 64, черт. 562), или на каменныхъ (Таб. 64, черт. 563) или чугунныхъ кронштейнахъ (Таб. 64, черт. 564).

Концы балокъ располагаютъ по возможности на простѣнкахъ, а не надъ оконными или дверными перемычками, обыкновенно не имѣющими достаточной крѣпости, чтобы выдерживать нагрузку потолка. При пролетѣ перемычки въ 4′, толщина ея должна составлять 2 кирпича, чтобы можно было безопасно укладывать на ней балки. При бóльшихъ пролетахъ перемычки, концы балокъ, расположенныхъ надъ нею, поддерживаются желѣзною балкою или ригелемъ, концы котораго упираются въ смежныя балки.

Укрѣпленіе концовъ потолочныхъ балокъ въ деревянныхъ стѣнахъ показано было въ относящейся сюда главѣ (Таб. 58, черт. 502, таб. 59, черт. 503, и таб. 57, черт. 482, 483 и 484).

Скрѣпленіе противоположныхъ стѣнъ.

Во многоэтажныхъ зданіяхъ нѣкоторыя балки служатъ для скрѣпленія противоположныхъ стѣнъ, чѣмъ увеличивается устойчивость зданія, и кладка стѣнъ часто предохраняется отъ образованія трещинъ. Эти балки должны быть цѣлы или срощены такими врубками, чтобы онѣ могли сопротивляться растягивающимъ силамъ. Соединеніе такихъ балокъ со стѣною производится желѣзными связями, якорями или анкерами изъ полосового желѣза шириною отъ $1^3/_4''$ до $2''$ и толщиною въ $^1/_2''$. Въ одномъ концѣ якоря находится обухъ съ проушиною для шплинта или засова, выдѣланнаго также изъ полосового желѣза тѣхъ же размѣровъ и имѣющаго длину въ $1^3/_4'$ до $2'$. Другой конецъ якоря загибается подъ прямымъ угломъ для лучшаго прикрѣпленія якоря къ балкѣ, производимаго болтами, желѣзными гвоздями и скобою, вбитою въ балку передъ самымъ загнутымъ концомъ. Длина якоря зависитъ отъ толщины стѣны, въ которой онъ закладывается; онъ долженъ покрывать балку на длинѣ отъ $1^1/_2'$ до $2'$.

Якори прикрѣпляются къ балкѣ или съ боку (Таб. 64, черт. 565) или сверху (Таб. 64, черт. 566). Шплинтъ располагается въ стѣнѣ или внѣ ея.

Для усиленія дѣйствія якорей соединяютъ иногда по 2 смежныхъ балки ригелемъ, къ которому прикрѣпляютъ якорь (Таб. 64, черт. 567). При такомъ расположеніи якоря возможно дополнительное завинчиваніе гайки.

Скрѣпленіе щипцовыхъ стѣнъ производится по чертежу 568 на таб. 64.

Размѣры потолочныхъ балокъ. Размѣры поперечнаго сѣченія потолочныхъ балокъ зависятъ отъ свободной длины ихъ, отъ разстоянія балокъ отъ середины до середины, отъ собственнаго вѣса всего потолка и случайной или временной нагрузки его.

Потолочныя балки изготовляются преимущественно изъ сосноваго дерева и имѣютъ прямоугольное сѣченіе. Балки изъ бревенъ, обтесанныхъ на два канта, менѣе рекомендуются, такъ-какъ заболонь ихъ легко подвергается гніенію.

Вообще можно принимать при обыкновенной нагрузкѣ для высоты балки, по „Урочному Положенію“, $^1/_{20}$ свободной длины ея, если разстояніе балокъ отъ середины до середины составляетъ $3^1/_2'$ и ширина балки равняется $^5/_7$ высоты ея.

Точнѣе получаются размѣры поперечнаго сѣченія балки, при данной нагрузкѣ и свободной длинѣ ея, при помощи формулы:

$$1)\ h = 0{,}33 \cdot \sqrt[3]{pl^2}.$$

Въ этой формулѣ обозначаютъ:

1 — свободную длину балки въ футахъ,
h — высоту балки въ дюймахъ,
p — полную нагрузку балки въ фунтахъ на 1 квадратный футъ.

Далѣе предполагается, что ширина балки равняется $^5/_7$ высоты h, разстояніе балокъ отъ середины до середины составляетъ $3^1/_2'$ и прочное сопротивленіе сосноваго дерева изгибу — 1200 фунтовъ на 1 квадратный дюймъ.

Для точнаго разсчета свободной длины балки съ произвольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ можно примѣнять слѣдующую формулу:

$$2)\ l = 11{,}56 \cdot h \cdot \sqrt{\frac{b}{ep}}.$$

Въ этой формулѣ обозначаютъ:

1 — свободную длину балки въ футахъ,
e — разстояніе балки отъ середины до середины въ футахъ,
p — полную нагрузку балки въ фунтахъ на 1 квадратный футъ,
b — ширину балки въ дюймахъ,
h — высоту балки въ дюймахъ.

При постановкѣ предстоящей формулы предположено было, что прочное сопротивленіе сосноваго дерева изгибу равняется 1200 фунтамъ на 1 квадратный дюймъ.

Въ слѣдующей таблицѣ дана среднимъ числомъ полная нагрузка балокъ для различныхъ потолковъ.

Полная нагрузка потолочныхъ балокъ.

Родъ нагрузки.	Фунты на 1 квад. футъ.
1) Потолки съ половымъ настиломъ и подшивкою	70
2) Потолки съ половымъ настиломъ, подшивкою и тяжелымъ чернымъ поломъ. .	115
3) Такіе же потолки для танцовальныхъ залъ, школьныхъ помѣщеній, амбаровъ для шерсти, зернового хлѣба, для мастерскихъ съ легкими машинами и для складовъ сѣна и соломы	170
4) Наиболѣе тяжелые потолки съ весьма значительною нагрузкою	230

Нагрузка:

70 ℔. на 1 кв. футъ соотв. прибл. 310 кил. на 1 кв. м.
115 ℔. „ „ „ „ 500 „ „ „
170 ℔. „ „ „ „ 750 „ „ „
230 ℔. „ „ „ „ 1000 „ „ „

1 килограммъ на 1 кв. м. = 0,227 фунта на 1 кв. футъ
= 0,278 пуда на 1 кв. сажень.
1 фунтъ на 1 кв. футъ = 4,4 килогр. на 1 кв. м.
1 пудъ „ 1 кв. саж. = 3,6 „ „ 1 „

При помощи формулы № 2 вычислена была нижеслѣдующая таблица:

Таблица размѣровъ деревянныхъ балокъ при данной нагрузкѣ.

Свободная длина балокъ.

Ширина балокъ въ дюйм.	Разстояніе балокъ отъ середины до середины въ футахъ. 3 фута. Высота балокъ въ дюймахъ. 8	9	10	11	12	13	3½ фута. 8	9	10	11	12	13	4 фута. 8	9	10	11	12	13
Полная нагрузка балокъ: 70 фунтовъ на 1 квад. футъ.																		
6	15′ 9″	17′ 9″	19′ 9″	21′ 9″	23′ 9″	25′ 9″	14′ 3″	16′	17′ 9″	19′ 6″	21′ 3″	23′	13′ 7″	15′ 3″	16′ 11″	18′ 7″	20′ 3″	21′ 11″
7	16′ 10″	18′ 11″	21′	23′ 1″	25′ 2″	27′ 3″	15′ 5″	17′ 4″	19′ 3″	21′ 2″	23′ 1″	25′	14′ 8″	16′ 6″	18′ 4″	20′ 2″	22′	23′ 10″
8	17′ 9″	20′	22′ 3″	24′ 6″	26′ 9″	29′	16′ 6″	18′ 7″	20′ 8″	22′ 9″	24′ 10″	26′ 11″	15′ 8″	17′ 7″	19′ 6″	21′ 5″	23′ 4″	25′ 3″
9	—	21′ 7″	23′ 11″	26′ 3″	27′ 7″	30′ 11″	—	19′ 9″	21′ 11″	24′ 1″	26′ 3″	28′ 5″	—	18′ 8″	20′ 9″	22′ 16″	24′ 11″	27′
10	—	—	25′	27′ 6″	30′	32′ 6″	—	—	23′	25′ 4″	27′ 8″	30′	—	—	21′ 10″	24′	26′ 2″	28′ 4″
11	—	—	—	29′	31′ 8″	34′ 4″	—	—	—	26′ 8″	29′	31′ 4″	—	—	—	25′ 2″	27′ 6″	29′ 10″
Полная нагрузка балокъ: 115 фунтовъ на 1 квад. футъ.																		
6	12′ 2″	13′ 8″	15′ 2″	16′ 8″	18′ 2″	19′ 8″	11′ 3″	12′ 9″	14′ 3″	15′ 9″	17′ 3″	18′ 9″	10′ 6″	11′ 10″	13′ 2″	14′ 6″	15′ 10″	17′ 2″
7	13′ 1″	14′ 9″	16′ 5″	18′ 1″	19′ 9″	21′ 5″	12′ 3″	13′ 10″	15′ 5″	17′	18′ 7″	20′ 2″	11′ 7″	13′	14′ 5″	15′ 10″	17′ 3″	18, 8″
8	14′	15′ 9″	17′ 6″	19′ 3″	21′	22′ 9″	12′ 11″	14′ 6″	16′ 1″	17′ 8″	19′ 3″	21′	12′ 1″	13′ 8″	15′ 3″	16′ 10″	18′ 5″	20′
9	—	16′ 9″	18′ 7″	20′ 5″	22′ 3″	24′ 1″	—	15′ 6″	17′ 3″	19′	20′ 9″	22′ 6″	—	14′ 6″	16′ 2″	17′ 10″	19′ 6″	21′ 2″
10	—	—	19′ 6″	21′ 6″	23′ 6″	25′ 6″	—	—	18′ 2″	20′	21′ 10″	23′ 8″	—	—	17′	18′ 9″	20′ 6″	22′ 3″
11	—	—	—	22′ 8″	24′ 9″	26′ 10″	—	—	—	21′ 2″	23′ 1″	25′	—	—	—	19′ 9″	21′ 6″	23′ 3″
Полная нагрузка балокъ: 170 фунтовъ на 1 квад. футъ.																		
6	10′	11′ 3″	12′ 6″	13′ 9″	15′	16′ 3″	9′ 2″	10′ 4″	11′ 6″	12′ 8″	13′ 10″	15′	8′ 6″	9′ 7″	10′ 8″	11′ 9″	12′ 10″	13′ 11″
7	10′ 10″	12′ 2″	13′ 6″	14′ 10″	16′ 2″	17′ 6″	10′ 1″	11′ 4″	12′ 7″	13′ 10″	15′ 1″	16′ 4″	9′ 4″	10′ 6″	11′ 8″	12′ 10″	14′	15′ 2″
8	11′ 7″	13′	14′ 5″	15′ 10″	17′ 3″	18′ 8″	10′ 8″	12′	13′ 4″	14′ 8″	16′	17′ 4″	10′	11′ 3″	12′ 6″	13′ 9″	15′	16′ 3″
9	—	13′ 10″	15′ 4″	16′ 10″	18′ 4″	19′ 10″	—	12′ 8″	14′ 1″	15′ 6″	16′ 11″	18′ 4″	—	11′ 10″	13′ 2″	14′ 6″	15′ 10″	17′ 2″
10	—	—	16′	17′ 7″	19′ 2″	20′ 9″	—	—	14′ 11″	16′ 5″	17′ 11″	19′ 5″	—	—	13′ 9″	15′ 1″	16′ 5″	17′ 9″
11	—	—	—	18′ 8″	20′ 4″	22′	—	—	—	17′ 2″	18′ 9″	20′ 4″	—	—	—	15′ 11″	17′ 5″	18′ 11″
Полная нагрузка балокъ: 230 фунтовъ на 1 квад. футъ.																		
6	8′ 6″	9′ 7″	10′ 8″	11′ 9″	12′ 10″	13′ 11″	8′	9′	10′	11′	12′	13′	7′ 5″	8′ 4″	9′ 3″	10′ 2″	11′ 1″	12′
7	9′ 4″	10′ 6″	11′ 8″	12′ 10″	14′	15′ 2″	8′ 9″	9′ 10″	10′ 11″	12′	13′ 1″	14′ 2″	8′ 1″	9′ 1″	10′ 1″	11′ 1″	12′ 1″	13′ 1″
8	10′	11′ 3″	12′ 6″	13′ 9″	15′	16′ 3″	9′ 3″	10′ 5″	11′ 7″	12′ 9″	13′ 11″	15′ 1″	8′ 7″	9′ 8″	10′ 9″	11′ 10″	12′ 11″	14′
9	—	11′ 10″	13′ 2″	14′ 6″	15′ 10″	17′ 2″	—	11′	12′ 3″	13′ 6″	14′ 9″	16′	—	10′ 3″	11′ 5″	12′ 7″	13′ 9″	14′ 11″
10	—	—	13′ 9″	15′ 1″	16′ 5″	17′ 9″	—	—	13′	14′ 4″	15′ 8″	17′	—	—	12′	13′ 3″	14′ 6″	15′ 9″
11	—	—	—	15′ 11″	17′ 5″	18′ 11″	—	—	—	15′	16′ 4″	17′ 8″	—	—	—	13′ 10″	15′ 1″	16′ 4″

При значительной свободной длинѣ потолочныхъ балокъ часто не возможно достать ихъ требуемыхъ измѣреній.

Въ такомъ случаѣ примѣняются слѣдующія средства.

Балки верхняго этажа подвѣшиваются при помощи поддерживающихъ прогоновъ къ бабкамъ главныхъ стропильныхъ фермъ, которыя въ такомъ случаѣ должны быть устроены въ видѣ подвѣсной фермы, передающей грузъ крыши и потолка на концы затяжныхъ балокъ.

Сокращеніе свободной длины балокъ достигается примѣненіемъ подкосовъ (Таб. 64, черт. 569). Лучшими оказываются подбалки съ подкосами (Таб. 64, черт. 570) или безъ нихъ (Таб. 64, черт. 571). Подбалки дѣлаются длиною не менѣе 6′, при чемъ потолочныя балки съ поперечнымъ сѣченіемъ въ $^9/_{11}$ могутъ служить для устройства потолковъ съ пролетомъ отъ 25′ до 30′.

Тамъ, гдѣ это допускаютъ мѣстныя условія, какъ напр. при хлѣвахъ, сараяхъ, амбарахъ и пр., оказывается наиболѣе удобнымъ поддерживать потолочныя балки другими продольными балками, такъ-называемыми **поддерживающими прогонами**, соединенными съ первыми врубкою. Въ случаѣ надобности, эти поддерживающіе прогоны подпираются стойками и подкосами (Таб. 64, черт. 572). Для сокращенія свободной длины поддерживающихъ прогоновъ, подъ ними часто располагаютъ еще подбалки (Таб. 64, черт. 573).

Въ многоэтажныхъ амбарахъ стойки располагаются двойными, чтобы онѣ охватывали поддерживающій прогонъ и могли проходить безъ прекращенія черезъ всѣ этажи (Таб. 64, черт. 574). Если стойки непосредственно упирались бы въ потолочныя балки или поддерживающіе прогоны, то ихъ торцы вдавливались бы въ волокна дерева послѣднихъ и причиняли бы вредную осадку потолка.

Въ нижнемъ этажѣ стойки упираются, лучше всего, въ каменный цоколь, въ которомъ вытесано гнѣздо глубиною въ 2″. Если стойки упираются въ столбы изъ кирпичной кладки, то, для равномѣрнаго распредѣленія груза, кладутъ на нихъ крестъ изъ дерева, принимающій нижній конецъ стойки.

Подъ нижнимъ концомъ стойки располагается еще подкладная плита изъ металла.

Кирпичные столбы должны быть устроены изъ желѣзняковъ на цементномъ растворѣ и должны имѣть толщину не менѣе 2 кирпичей.

Размѣры поддерживающихъ прогоновъ можно брать изъ ниже слѣдующей таблицы.

Таблица размѣровъ поддерживающихъ прогоновъ.

Поперечное сѣченіе.	Разстояніе поддерживающихъ прогоновъ другъ отъ друга.															
	10′				12′				14′				16′			
	Нагрузка въ фунтахъ на одинъ квадратный футъ.															
	70	115	170	230	70	115	170	230	70	115	170	230	70	115	170	230
$^{10}/_{12}$″	16′ 5″	13′	10′ 8″	9′ 2″	15′	11′ 9″	9′ 8″	8′ 4″	14′	10′ 8″	9′	7′ 9″	13′	10′ 2″	8′ 4″	7′ 2″
$^{11}/_{13}$″	18′ 10″	14′ 10″	12′ 1″	10′ 6″	17′ 8″	13′ 6″	11′	9′ 6″	16′	12′ 6″	10′ 3″	8 10″	15′	11′ 10″	9′ 8″	8′ 4″
$^{12}/_{14}$″	21′ 3″	16′ 8″	13′ 8″	11′ 6″	19′ 4″	15′	12′ 6″	10′ 8″	18′	14′	11′ 6″	10′	16′ 6″	13′ 2″	10′ 10″	9′ 3″

Примѣненіе поддерживающихъ прогоновъ допускаетъ употребленіе потолочныхъ балокъ небольшихъ размѣровъ.

Иногда поддерживающій прогонъ подпирается шпренгельною системою, устройство которой уже извѣстно изъ предыдущей главы.

Часто требуется, чтобы пространство подъ потолкомъ оставалось совершенно свободнымъ. Въ такомъ случаѣ примѣняются **составныя балки** (Таб. 49, черт. 401—404).

Высота составныхъ балокъ дѣлается приблизительно въ $^1/_{12}$ ихъ свободной длины.

Устройство потолковъ. Потолки устраиваются различно, смотря по требованіямъ, которымъ они должны удовлетворять.

Настильные потолки. Въ простыхъ зданіяхъ, какъ-то: въ амбарахъ, магазинахъ и пр., настилаютъ на потолочныя балки простыя половыя доски, толщина которыхъ зависитъ отъ разстоянія балокъ другъ отъ друга и отъ нагрузки потолка.

По опытамъ разстояніе балокъ другъ отъ друга, при обыкновенной нагрузкѣ, можетъ составлять:

при толщинѣ досокъ въ	3/4″	2′
„ „ „ „	1″	2′ 8″
„ „ „ „	1 1/4″	3′ 4″
„ „ „ „	1 1/2″	4′
„ „ „ „	2″	5′ 3″
„ „ „ „	2 1/2″	6′ 6″
„ „ „ „	3″	7′ 9″

Половыя доски сплачиваются въ притыкъ, въ четверть или въ шпунтъ, смотря по требуемой плотности пола (Таб. 64, черт. 575).

При простыхъ настильныхъ потолкахъ, кромѣ отдѣленія двухъ этажей другъ отъ друга, главная цѣль ихъ заключается въ томъ: образовать полъ верхняго этажа для принятія какихъ-либо грузовъ.

Если не требуется гладкій полъ, то можно замѣнять половыя доски круглыми жердями (Таб. 64, черт. 576), или таковыми, расколотыми пополамъ (Таб. 64, черт. 577), или горбылями, сплоченными въ четверть (Таб. 64, черт. 578). Для того, чтобы при высыханіи половыхъ досокъ не произошли щели между ними, часто располагаютъ ихъ въ разбѣжку или закладку, или на польскій манеръ (Таб. 64, черт. 579).

Въ странахъ, изобилующихъ лѣсомъ, настилка поверхъ балокъ дѣлается также изъ накатника толщиною приблизительно въ 5″ съ небольшою припазовкою, изъ пластинъ толщиною въ 10″ съ притескою въ пазахъ и изъ досокъ толщиною отъ 2″ до 2 1/2″.

Такъ-какъ настилка толщиною въ 1 1/2″, при разстояніи балокъ другъ отъ друга въ 4′, выдерживаетъ наибольшую, обыкновенно на практикѣ встрѣчающуюся, нагрузку въ 280 пудовъ на 1 квадратную сажень, то употребленіе столь толстаго дерева въ странахъ, гдѣ оно обходится дорого, представляетъ растрату матеріала.

Всѣ выше показанные потолки называются настильными потолками.

Чтобы предохранять потолочныя балки отъ гніенія, слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы воздухъ, какъ можно болѣе, соприкасался съ ними. Для этой цѣли часто укладываютъ на балки бруски и къ нимъ прибиваютъ половыя доски (Таб. 64, черт. 580).

Но въ большинствѣ случаевъ плотность вышеуказанныхъ потолковъ оказывается недостаточною для удовлетворенія всѣхъ требованій. При хлѣвахъ послѣднія заключаются въ томъ, чтобы потолки не пропускали теплоты, зловоній и испареній животныхъ, могущихъ портить сухой кормъ, обыкновенно сложенный въ чердачныхъ помѣщеніяхъ надъ хлѣвами, а при жилыхъ строеніяхъ, кромѣ того, въ томъ, чтобы звуки одного этажа не были слышны въ смежныхъ.

Въ чердачныхъ помѣщеніяхъ надъ хлѣвами обыкновенно не требуется чистый досчатый полъ, и поэтому будетъ достаточно, насыпать сверхъ настилки потолка слой тщательно перемятой глины толщиною отъ 3″ до 4″, который плотно утрамбовывается. Такимъ образомъ получаются настильные потолки со смазкою, показанные на чертежахъ 581 a и b на таб. 64 и 582 на таб. 65. Иногда обертываютъ круглыя жерди длиною отъ 10′ до 13′ и толщиною отъ 2 1/2″ до 3″ соломою, предварительно вымоченною въ жидкой глинѣ, и кладутъ ихъ на балки, какъ можно ближе другъ къ другу. Снизу этотъ потолокъ подштукатуривается глинянымъ растворомъ, приготовленнымъ изъ глины, мякины и навозной воды, а сверхъ настилки дѣлается смазка на глинѣ толщиною отъ 3″ до 4″ (Таб. 65, черт. 583).

Настильный потолокъ со смазкою изъ глины представляетъ собою одинъ изъ наилучшихъ потолковъ для хлѣвовъ; онъ доставляетъ до нѣкоторой степени безопасность отъ пожара сверху и обходится относительно дешево.

Если требуется при настильныхъ потолкахъ со смазкою чистый полъ, то сажаютъ въ смазку бруски, къ которымъ прибиваются половыя доски.

Въ жилыхъ строеніяхъ смазка на глинѣ поверхъ настилки иногда состоитъ изъ слоя глины, въ который сажаютъ обожженные кирпичи плашмя. По просушкѣ глины заливаютъ щели, образовавшіяся при этомъ въ ней, жидкимъ известковымъ растворомъ и потомъ засыпаютъ все слоемъ сухого песку. Въ очень суровомъ климатѣ кладутъ подъ смазку еще одинъ или два ряда просмоленнаго

войлока, если потолокъ отдѣляетъ теплое помѣщеніе отъ холоднаго.

Потолочныя балки настильныхъ потолковъ надъ хлѣвами, лучше всего, оставляются открытыми, чтобы онѣ, для предохраненія отъ гніенія, могли соприкасаться съ воздухомъ; но иногда онѣ также подшиваются досками, сплоченными въ притыкъ, въ четверть или въ разбѣжку.

Наборные потолки. Наборными потолками называются такіе потолки, при которыхъ смазка помѣщена между балками и поддержана чернымъ поломъ. При потолкахъ въ хлѣвахъ иногда послѣдній полъ замѣняется жердями, обернутыми соломою, которая предварительно вымочена жидкою глиною.

Эти жерди вгоняются въ пазы, вынутые въ балкахъ, такъ чтобы каждая по возможности ближе прилегала къ прежде положенной. На полученный такимъ образомъ черный полъ накладываютъ смазку, а снизу онъ подштукатуривается глинянымъ растворомъ. Жерди помѣщаются въ серединѣ высоты балки (Таб. 65, черт. 584) или въ нижней половинѣ ея (Таб. 65, черт. 585).

Такъ-какъ пазы ослабляютъ балки, то лучше прибиваютъ къ боковымъ гранямъ ихъ бруски, на которые кладутъ концы жердей. Такіе потолки называются наборными глиносоломенными потолками и бываютъ для перекрытія хлѣвовъ менѣе удобны, нежели настильные глиносоломенные потолки, потому что они требуютъ много работы и, по ихъ большому собственному вѣсу, бóльшихъ размѣровъ балокъ. Они примѣняются также въ жилыхъ зданіяхъ.

Вмѣсто наборныхъ глиносоломенныхъ потолковъ устраиваются также такъ-называемые плетневые потолки. При такихъ потолкахъ между балками укрѣпляются жерди толщиною отъ $2^1/_2''$ до $3^1/_2''$, на разстояніи другъ отъ друга отъ $2^1/_2'$ до $3^1/_2'$, и по этимъ жердямъ заплетается плетень; затѣмъ набрасываютъ глиномятку сверху на потолокъ съ такою силою, чтобы она прошла черезъ плетень (Таб. 65, черт. 586). Потомъ потолокъ смазывается сверху и снизу глиною, къ которой, для лучшей связи, примѣшиваются конскій или коровій пометъ, соломенная сѣчка или мякина и навозная вода. Смазка поверхъ потолка должна имѣть такую высоту, чтобы она покрывала потолочныя балки. Само собою разумѣется, что плетневые потолки примѣнимы только при незначительной нагрузкѣ ихъ.

Наборные потолки въ жилыхъ строеніяхъ устраиваются болѣе или менѣе плотно, смотря по требуемой непроницаемости ихъ для теплоты, звуковъ и пр. Кромѣ того, играетъ еще важную роль при устройствѣ наборныхъ потолковъ большее или меньшее изобиліе лѣсовъ въ различныхъ странахъ. Въ виду этого, станетъ понятною значительная разница размѣровъ чернаго и чистаго половъ при слѣдующихъ наборныхъ потолкахъ.

Замѣтимъ еще разъ, что для наибольшей, обыкновенно на практикѣ встѣчающейся, нагрузки толщина чернаго и чистаго половъ въ $1^1/_2''$ вполнѣ достаточна. Само собою разумѣется, что при употребленіи тонкаго дерева уплотненіе потолка должно производиться при помощи другихъ матеріаловъ.

Относительно поперечнаго сѣченія потолочныхъ балокъ, приходится имѣть въ виду, что заболонь дерева гораздо скорѣе загниваетъ, чѣмъ внутренняя древесина ствола, и поэтому лучше избѣгаютъ необтесанныхъ бревенъ и употребляютъ въ дѣло брусья съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, обходящіеся по обтескѣ дороже, но за то доставляющіе бóльшую долговѣчность потолка.

Черный полъ располагается въ разстояніи 3″ отъ чистаго пола и устраивается изъ неостроганныхъ досокъ, сплоченныхъ въ четверть или въ шпунтъ, или изъ горбылей, расположенныхъ въ разбѣжку.

Черный полъ упирается или въ бруски съ сѣченіемъ отъ $2^1/_2/2^1/_2''$ до $2^1/_2/2''$, прибитые къ бокамъ балокъ (Таб. 65, черт. 587), или вгоняется въ пазы, вынутые въ балкахъ (Таб. 65, черт. 588). При послѣднемъ способѣ поддерживанія чернаго пола должна находиться въ концѣ балки вырѣзка, дѣлающая возможнымъ вставленіе досокъ чернаго пола въ пазы. Чтобы избѣгнуть этого неудобства, вынимаютъ четверть въ балкѣ (Таб. 65, черт. 589). Но въ обоихъ случаяхъ балка значительно ослабляется.

Швы чернаго пола тщательно уплотняются, а затѣмъ накладываютъ на него смазку, нижняя часть которой состоитъ изъ тонкаго слоя глины, на который, по совершенной просушкѣ, наносится сухой мелкій песокъ, шлакъ изъ доменной печи, не содержащій въ себѣ сѣры, шлаковая шерсть или размельченный коксъ. Менѣе рекомендуется не промытый песокъ, каменоугольная зола и строительный мусоръ. Первыя вещества пропус-

каютъ черезъ швы половъ пыль, а послѣднiй часто содержитъ въ себѣ зародыши заразительныхъ болѣзней.

Обыкновенно балки снизу подшиваются однодюймовыми досками, и подшивка затѣмъ оштукатуривается.

Иногда балки остаются октрытыми. Тогда доски чернаго пола обыкновенно располагаются въ разбѣжку (Таб. 65, черт. 590), или швы между ними покрываются брусками, прибитыми снизу (Таб. 65, черт. 591) или сверху (Таб. 65, черт. 592). Подшивка также часто производится въ разбѣжку (Таб. 65, черт. 593), чтобы при высыханiи досокъ не образовались щели.

Во многихъ странахъ Россiи встрѣчаются потолки, устроенные по чертежамъ 594 и 595 на таб. 65. Черный полъ вставляется въ пазы или кладется на черепа b балокъ. На черный полъ накладываютъ смазку на глинѣ, въ которую сажаютъ недожженные кирпичи.

Очень тяжелый и плотный потолокъ получаютъ, устраивая черный полъ изъ пластинъ, толщиною отъ $3^1/_2''$ до $4''$, въ концахъ которыхъ вынимаютъ четверть такой глубины, чтобы нижняя поверхность пластинъ находилась въ одной плоскости съ нижнею гранью балокъ (Таб. 65, черт. 596).

Для увеличенiя сопротивленiя балокъ располагаютъ между ними перекрестные бруски (Таб. 65, черт. 597), замѣняющiе черный полъ.

Очень крѣпкiй и теплый потолокъ устраиваютъ изъ сплошного ряда пластинъ, соединенныхъ между собою вставными шипами (Таб. 65, черт. 598). На потолокъ насыпается слой сухого песку толщиною въ $3''$, въ который сажаются доски для прибиванiя чистаго пола.

Потолокъ подобнаго рода устраиваютъ, располагая между двумя толстыми балками брусья меньшихъ размѣровъ, упирающiеся однимъ концомъ въ ригеля, а другимъ въ стѣну, и въ серединѣ пролета балокъ, въ случаѣ надобности, въ два ригеля (Таб. 65, черт. 599).

Ж. Крыши.

Общiя понятiя. Крыши представляютъ верхнее ограниченiе зданiй, имѣющее цѣлью, защищать внутренность ихъ отъ дѣйствiя перемѣнъ въ атмосферѣ и преимущественно отъ дождя и снѣга. Для того, чтобы удовлетворять этимъ требованiямъ, поверхность крыши должна представлять собою оболочку, называемую кровлею, изъ совершенно водонепроницаемаго матерiала. Но такой матерiалъ обходится обыкновенно довольно дорого, и поэтому часто принуждены, употреблять въ дѣло матерiалы меньшаго достоинства, впитывающiе въ себя воду при продолжительномъ застаиванiи ся на крышѣ. Отъ этого обстоятельства происходитъ необходимость, давать крышамъ наклонъ, величина котораго преимущественно зависитъ отъ степени водонепроницаемости матерiала и, такъ-какъ послѣднiй всегда состоитъ изъ отдѣльныхъ кусковъ, также отъ степени плотности соединенiя этихъ кусковъ.

Чѣмъ круче крыша и чѣмъ глаже поверхность кровельнаго матерiала, тѣмъ скорѣе стекаетъ вода съ нея.

Изъ только-что сказаннаго слѣдуетъ, что крыши составляются изъ одной, двухъ и большаго числа наклонныхъ плоскостей, называемыхъ скатами. Помѣщенiе между скатами крыши и потолкомъ верхняго этажа называется чердакомъ.

При выборѣ наклона крыши и соотвѣтственнаго этому кровельнаго матерiала слѣдуетъ имѣть въ виду, что крутыя крыши требуютъ гораздо больше матерiала, чѣмъ плоскiя, и поэтому и обходятся дороже; сверхъ того, онѣ гораздо болѣе подвергаются напору вѣтра.

Величина наклона скатовъ крыши выражается угломъ, образуемымъ ими съ горизонтомъ, или отношенiемъ высоты крыши къ половинѣ ширины ея, или, наконецъ, отношенiемъ высоты ея къ цѣлой ширинѣ.

Форма и названiе крышъ. Названiе крышъ зависитъ отъ числа скатовъ и относительнаго положенiя ихъ другъ къ другу, обусловливаемаго формою плана строенiя. Мы разсмотримъ только наиболѣе употребительныя формы крышъ.

1) **Двускатная крыша** (Таб. 65, черт. 600). Двускатная крыша состоитъ изъ двухъ скатовъ, пересѣкающихся по прямой линiи, параллельной къ длинѣ зданiя и называемой конькомъ или конемъ. Треугольныя стѣнки а, ограничивающiя чердачное помѣщенiе съ боковъ, называются щипцами или фронтонами. Двускатныя крыши представляютъ простѣйшую и наиболѣе удобную форму крышъ, устройство которой менѣе сложно, чѣмъ устройство всѣхъ остальныхъ. Сверхъ того, щипцовыя стѣнки даютъ возможность удобно освѣщать чердакъ.

2) **Односкатная крыша** (Таб. 65, черт. 601). Односкатная крыша имѣетъ только одинъ скатъ, упирающійся въ продольныя стѣны неравной высоты. Односкатная крыша примѣняется обыкновенно только при строеніяхъ, примыкающихъ къ болѣе высокому строенію, и въ такомъ случаѣ, если необходимо отводить дождевую воду въ одну лишь сторону.

3) **Четырехскатная, шатровая** или **вальмовая крыша** (Таб. 66, черт. 602). Эта крыша не имѣетъ щипцовъ, какъ двускатная, но обладаетъ наклономъ во всѣ стороны. Четырехскатная крыша происходитъ отъ двускатной, концы которой срѣзаны наклонными плоскостями, называемыми вальмами. Скаты образуютъ въ мѣстѣ взаимнаго пересѣченія выпуклыя ребра. Если вальмы начинаются въ половинѣ высоты крыши, то получаются полувальмовыя крыши (Таб. 66, черт. 603). Четырехскатныя крыши устраиваютъ преимущественно для свободно стоящихъ зданій, чтобы придать имъ одинаковый видъ со всѣхъ сторонъ.

Полувальмовыя крыши часто встрѣчаются при сельскохозяйственныхъ строеніяхъ. Онѣ доставляютъ, въ противоположность шатровымъ крышамъ, возможность удобнаго освѣщенія чердака посредствомъ оконъ, расположенныхъ въ щипцахъ.

4) **Пирамидальная крыша** (Таб. 66, черт. 604). Планъ зданій, покрываемыхъ пирамидальными крышами, представляетъ почти безъ исключенія квадратъ, прямоугольникъ или правильный многоугольникъ. Всѣ скаты такой крыши сходятся въ одну точку, почему и конька не имѣется.

5) **Мансардовая крыша или мансарда** (Таб. 66, черт. 605). Каждая часть такой крыши по обѣимъ сторонамъ конька состоитъ изъ двухъ скатовъ съ неодинаковымъ наклономъ. Мансардовыя крыши преимущественно находятъ примѣненіе въ городахъ, гдѣ устраиваютъ жилища въ чердачномъ помѣщеніи.

6) **Зубчатая крыша** (Таб. 66, черт. 606). Крыши такого вида примѣняются для покрытія широкихъ фабричныхъ зданій безъ потолковъ, гдѣ освѣщеніе черезъ окна въ стѣнахъ оказывается недостаточнымъ или неудобнымъ, и поэтому таковыя должны быть располагаемы еще въ крутыхъ скатахъ зубчатой крыши.

Покрытіе зданій, планъ которыхъ имѣетъ неправильную форму, представляетъ нѣкоторое затрудненіе. Крышъ съ косыми плоскостями слѣдуетъ избѣгать, такъ-какъ устройство ихъ весьма сложно и видъ ихъ некрасивъ. Чертежи 607 и 608 на таб. 66 показываютъ два способа устройства крыши надъ строеніемъ съ неправильнымъ четыреугольнымъ планомъ. На чертежѣ 607 на таб. 66 mp mq и mq′ представляютъ наклонныя коньковыя линіи, сходящіяся въ высшую точку m; точки p, q и q′ находятся въ одной горизонтальной плоскости. На чертежѣ 608 на таб. 66 всѣ скаты крыши имѣютъ одинаковый наклонъ. Если провести черезъ нижнюю точку a горизонтальную плоскость, то получается горизонтальный треугольникъ abc, который можно покрыть плоскою пирамидальною крышею или оставить въ видѣ платформы.

7) **Сложныя крыши.** Подъ этимъ названіемъ подразумѣваются такія крыши, покрывающія зданія, планъ которыхъ показываетъ не только выпуклые углы, но и входящіе. Формы сложныхъ крышъ бываетъ весьма разнообразны. Мы поговоримъ только о наиболѣе употребительныхъ.

Проостѣйшая форма получается, если два флигеля зданія примыкаютъ другъ къ другу подъ угломъ, который, при равной или неравной ширинѣ обоихъ флигелей, можетъ быть прямой, острый или тупой. Если оба флигеля покрыты двускатными крышами, то коньки ихъ, при равной ширинѣ флигелей и равномъ наклонѣ крышъ, находятся на равной высотѣ (Таб. 66, черт. 609). Пересѣченіе скатовъ у линіи ac образуетъ выпуклый уголъ, а у линіи bc входящій уголъ. Линія ac называется выпуклымъ ребромъ, а линія bc разжелобкою. При равномъ наклонѣ скатовъ сложной крыши, горизонтальныя проекціи выпуклаго ребра и разжелобки представляютъ биссектрисы угловъ, образуемыхъ стѣнами зданія въ планѣ.

При неравной ширинѣ флигелей, а равномъ наклонѣ скатовъ крыши, коньки находятся на различной высотѣ, такъ-что получается горизонтальная проекція по чертежу 610 на таб. 66. На чертежахъ 611, 612 и 613 на таб. 66 показаны сложныя крыши, при которыхъ одинъ флигель покрытъ односкатною крышею. Коньки находятся въ такомъ случаѣ на равной или неравной высотѣ, смотря по тому, равняется ли ширина флигеля, покрытаго односкатною крышею, половинѣ ширины другого флигеля или нѣтъ.

Предыдущіе и также слѣдующіе чертежи 614, 615, 616 и 617 на таб. 66 будутъ, на основаніи

только-что сказаннаго, понятны безъ дальнѣйшаго объясненія.

Слѣдуетъ еще замѣтить, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ можно давать скатамъ неодинаковый наклонъ, который измѣряется тогда такъ, чтобы коньки находились на равной высотѣ. При этомъ предполагается, что флигели имѣютъ неравную ширину. Само собою разумѣется, что наклонъ скатовъ не долженъ превосходить допускаемой величины, обусловленной свойствомъ кровельнаго матеріала.

Вообще уголъ наклоненія скатовъ крышъ не имѣетъ никакого вліянія на названіе ихъ, но различаютъ плоскія и крутыя крыши. Если высота крыши больше одной пятой ширины ея, то такая крыша называется крутою, а если она меньше одной пятой, то — плоскою.

Кромѣ того, различаютъ еще крыши, нижніе края которыхъ находятся на равной высотѣ съ поломъ чердака (Таб. 67, черт. 618), и таковыя, при которыхъ нижніе края крыши расположены выше пола чердака (Таб. 67, черт. 619). Въ послѣднемъ случаѣ приходится возвести стѣны строенія выше потолочныхъ балокъ верхняго этажа до высоты, зависящей отъ требуемой величины чердака. Эту часть стѣны назовемъ дремпельною стѣною. Чердаки съ опущеннымъ поломъ встрѣчаются преимущественно при плоскихъ крышахъ, гдѣ онъ часто необходимъ, если чердаки должны служить складомъ, амбаромъ или сѣноваломъ.

Устройство крышъ. Кровля непосредственно воддерживается досчатою обшивкою. (Таб. 67, черт. 620) или обрѣшеткою (Таб. 67, черт. 621), прибитыми гвоздями къ наклоннымъ брусьямъ, называемымъ стропильными ногами и имѣющимъ разстояніе другъ отъ друга приблизительно отъ 3′ до 4′. Стропильныя ноги представляютъ важнѣйшую составную часть сооруженія, поддерживающаго кровлю. Иногда досчатая обшивка прикрѣпляется къ горизонтальнымъ брусьямъ, называемымъ прогонами, поддержанными наклонными брусьями, входящими въ составъ стропильныхъ фермъ, расположенныхъ на разстояніи другъ отъ друга отъ 13′ до 16′.

Въ послѣднемъ случаѣ доски настилаются параллельно къ наклоннымъ брусьямъ. Разстояніе прогоновъ другъ отъ друга принимается приблизительно въ 3′.

Крыши послѣдняго вида назовемъ, для различія отъ другихъ, крышами съ прогонами въ тѣсномъ смыслѣ.

Если соединяютъ верхніе концы двухъ стропильныхъ ногъ ac и cb другъ съ другомъ (Таб. 67, черт. 622) и нижніе концы ихъ горизонтальнымъ брусомъ ab, называемымъ затяжкою или затяжною балкою, то получаютъ простѣйшую форму такъ-называемыхъ стропилъ или стропильной фермы или стропильной связи. Если устанавливается нѣсколько такихъ стропилъ на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга по длинѣ строенія, то происходитъ простѣйшая крыша, представляющая основную форму наиболѣе употребительныхъ крышъ. Но такъ-какъ свободная длина стропильныхъ ногъ, при употребительныхъ размѣрахъ ихъ поперечнаго сѣченія, не должна превосходить опредѣленной величины, то такая крыша обладаетъ только при незначительной ширинѣ строенія достаточнымъ сопротивленіемъ дѣйствующимъ на нее силамъ. При строеніяхъ большей ширины слѣдуетъ поддерживать стропильныя ноги такъ, чтобы опорныя точки имѣли разстояніе другъ отъ друга, соотвѣтствующее размѣрамъ поперечнаго сѣченія стропильныхъ ногъ и дѣйствующимъ на нихъ силамъ.

Для раціональнаго устройства стропильныхъ фермъ необходимо, ознакомиться съ этими силами.

Силы, дѣйствующія на стропила, представляются постоянною и временною нагрузками.

Постоянная нагрузка состоитъ изъ собственнаго вѣса крыши, т.-е. изъ вѣса кровли, обрѣшетки или обшивки, стропильныхъ ногъ, прогоновъ и т. д., и бываетъ, смотря по роду кровли и наклону крыши, различна, а временная нагрузка составляется изъ нагрузки снѣгомъ и напора вѣтра.

Собственный вѣсъ крыши и нагрузка снѣгомъ дѣйствуютъ по вертикальному направленію, между тѣмъ какъ направленіе напора вѣтра принимается подъ угломъ въ 10° къ горизонту. Напоръ вѣтра P (Таб. 67, черт. 623) можно разложить по вертикальному направленію и по направленію оси стропильной ноги; тогда получаютъ составляющія D и S. Составляющая S по направленію оси стропильной ноги можетъ пренебрегаться, а вертикальная составляющая D слагается съ нагрузкою собственнымъ вѣсомъ и снѣгомъ, и получаютъ такимъ образомъ полную нагрузку крыши.

Такъ-какъ разсчетъ стропильныхъ фермъ основывается на полной нагрузкѣ на единицу площади

горизонтальной проекціи крыши, то въ слѣдующей таблицѣ составлена полная нагрузка крышъ на 1 квадр. футъ горизонтальной проекціи ихъ въ фунтахъ для различныхъ наклоновъ.

Полная нагрузка крышъ, включая нагрузку снѣгомъ и давленіе вѣтра, въ фунтахъ на 1 квадр. футъ горизонтальной проекціи (Таб. 67, черт. 624) *).

Родъ кровли.	Наклонъ крыши $\frac{h}{s}$									
	$\frac{1}{\infty}$	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2
	Уголъ наклоненія крыши.									
	0°	11°	13°	14°	16°	19°	22°	27°	34°	45°
Древесно-цементная ...	52	52	—	—	—	—	—	—	—	—
Одиночная черепичная.	—	—	—	—	—	—	—	68	76	54
Двойная „ .	—	—	—	—	—	—	—	74	84	84
Аспидъ	—	—	—	—	—	—	57	61	69	68
Волнистое желѣзо.....	36	36	38	39	40	42	44	48	55	51
Обыкновенное листовое желѣзо............	42	42	43	44	44	47	48	52	60	57
Толь	39	39	40	41	42	44	46	51	51	53
Солома и камышъ.....	—	—	—	—	—	—	—	45	45	70

При крышахъ съ подъемомъ въ $^1/_2$ пролета грузъ снѣга не принятъ въ разсчетъ. Разсчетъ стропильныхъ фермъ производится на основаніи законовъ строительной механики. Мы не изложимъ способовъ разсчета, а будемъ пользоваться опытными данными для опредѣленія размѣровъ поперечнаго сѣченія составныхъ частей стропильныхъ фермъ изъ дерева. Не смотря на то, необходимо, изслѣдовать дѣйствіе силы относительно составныхъ частей стропильной фермы, для лучшаго понятія ихъ конструкціи.

На стропильную ногу ac крыши (Таб. 67, черт. 622) дѣйствуетъ въ серединѣ свободной длины ея полная нагрузка P, включая вертикальную, составляющую напора вѣтра. Эту нагрузку P можно разложить по направленію стропильной ноги и перпендикулярно къ ней. Такимъ образомъ получаются составляющія R и Q. Составляющую R можно опять разложить по вертикальному и горизонтальному направленіямъ. Отъ этого разложенія происходятъ составляющія V и H. Очевидно, что стропильная нога одновременно должна сопротивляться сжатію и изгибу. Кромѣ того, дѣйствуетъ на нее горизонтальный распоръ H, который уничтожается затяжкою ab или другими горизонтальными составными частями стропильной фермы, соединяющими двѣ противоположныя стропильныя ноги. Давленіе V передается опорамъ.

*) См. „Приложеніе".

Для большей устойчивости крыши, слѣдуетъ еще непремѣнно заботиться о достаточной продольной связи стропилъ.

Для надлежащей прочности и устойчивости крыши, всѣ части ея должны имѣть такое положеніе и такіе размѣры, чтобы онѣ могли въ достаточной мѣрѣ сопротивлятся дѣйствующимъ на нихъ силамъ.

Системы устройства крышъ. Въ прежнія времена крыши устраивались изъ ряда одинаковыхъ стропилъ, изъ которыхъ всѣ въ отдѣльности содержали въ себѣ всѣ тѣ составныя части, которыя необходимы для сопротивленія дѣйствующимъ силамъ. Такъ-какъ размѣры обрѣшетки или досчатой обшивки допускали только небольшое разстояніе стропилъ другъ отъ друга, то такія крыши требовали много работы и матеріала и обходились поэтому очень дорого. Кромѣ того, чердачное помѣщеніе, вслѣдствіе близкаго разстоянія стропилъ другъ отъ друга, значительно стѣсняется.

Въ настоящее время размѣщаютъ отдѣльныя, особенно крѣпко устроенныя стропила на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга. Эти стропила, въ связи съ горизонтальными брусьями, называемыми **стропильными прогонами**, и съ подкосами b, дѣлаютъ возможнымъ, поддерживать между ними находящіяся стропила, и даютъ всей крышѣ отличную продольную связь (Таб. 67, черт. 625 a). На чертежѣ 625 b на таб. 67 представлена крыша, при которой стропильныя ноги непосредственно поддержаны ригелями, а послѣдніе прогонами.

Эти крѣпко устроенныя стропила называются **главными стропильными фермами**, а между ними лежащія стропила, состоящія только изъ двухъ стропильныхъ ногъ, соединенныхъ верхними концами между собою, носятъ названіе **промежуточныхъ стропилъ**. Такъ-какъ разстояніе главныхъ стропильныхъ фермъ другъ отъ друга обыкновенно принимается отъ 13′ до 16′, то получается просторное, мало стѣсненное чердачное помѣщеніе.

Первый способъ устройства крышъ встрѣчается еще въ настоящее время во многихъ мѣстностяхъ Россіи, и поэтому въ концѣ главы будетъ упомянуто объ относящихся сюда системахъ стропилъ.

Такъ-какъ двускатныя крыши находятъ наиболѣе обширное примѣненіе въ строительномъ дѣлѣ, то сперва должно быть разматриваемо ихъ устройство, а затѣмъ устройство остальныхъ системъ.

1) *Двускатныя крыши.* Устройство крышъ вообще существенно обусловливается потолочными балками, т.-е. имѣются ли таковыя или нѣтъ, и если онѣ имѣются, то еще обстоятельствомъ, поддерживаются ли онѣ достаточно или упираются ли только въ наружныя стѣны; въ послѣднемъ случаѣ онѣ подвѣшиваются къ вертикальнымъ частямъ главныхъ стропильныхъ фермъ.

На основаніи предыдущаго, можно различить три группы двускатныхъ крышъ, какъ-то крыши:

А) съ подпертыми потолочными балками,

Б) съ неподпертыми потолочными балками,

В) безъ потолочныхъ балокъ или открытыя крыши.

А) Двускатныя крыши съ подпертыми потолочными балками. Подробное устройство всѣхъ соединеній частей главныхъ стропильныхъ фермъ между собою будетъ показано и изложено послѣ описанія отдѣльныхъ системъ послѣднихъ.

Относительно размѣровъ поперечнаго сѣченія стропильныхъ ногъ, ихъ свободной длины и разстоянія другъ отъ друга, можно пользоваться слѣдующими опытными данными.

При свободной длинѣ стропильныхъ ногъ отъ 10′ до 12′, поперечное сѣченіе ихъ дѣлается шириною отъ 4″ до 5″ и толщиною въ 6″, а при свободной длинѣ отъ 13′ до 16′ — шириною отъ 4″ до 5″ и толщиною въ 7″.

Разстояніе стропильныхъ ногъ другъ отъ друга зависитъ главнымъ образомъ отъ вѣса кровли и берется среднимъ числомъ:

при двойной черепичной кровлѣ		отъ	2′ 9″—3′,
„ деревесно-цементной	„	„	2′ 9″—3′,
„ одиночной черепичной	„	„	3′ —4′,
„ аспидной	„	„	3′ —3½′,
„ толевой	„	„	3½′ —4′,
„ металлической	„	„	3½′ —4′,
„ гонтовой	„	„	5′ —7′,
„ соломенной и камышевой		„	5′ —6′.

Главныя стропильныя фермы размѣщаются по возможности на равномъ разстояніи другъ отъ друга, приблизительно отъ 12′ до 16′, смотря по величинѣ груза кровли и длинѣ зданія.

а. *Крыша съ простыми стропилами* (Таб. 68, черт. 626). Эти стропила образуются составленіемъ двухъ стропильныхъ ногъ а съ горизонтальнымъ брусомъ b, такъ-называемою з а т я ж к о ю, обыкновенно въ то же время представляющею потолочную балку. Продольная связь крыши производится толстыми досками с шириною въ 6″ и толщиною въ 3″, прибиваемыми крѣпкими гвоздями къ нижней грани стропильныхъ ногъ. Нижнимъ концомъ эти доски упираются въ потолочную балку, а вверху оканчиваются въ серединѣ стропильной ноги, гдѣ онѣ примыкаютъ къ смежной. Положеніе досокъ подъ противоположнымъ скатомъ крыши показано на чертежѣ 627 пунктиромъ. Такія стропила примѣняются для пролетовъ до 20′.

б. *Крыши съ ригелями безъ дремпельной стѣны* (Таб. 68, черт. 627). Если длина стропильныхъ ногъ превосходитъ 16′, то онѣ должны поддерживаться въ промежуточной точкѣ ихъ. Это дѣлается при настоящей системѣ стропилъ р и г е л я м и dc, имѣющими обыкновенно одинаковое поперечное сѣченіе со стропильными ногами. Но если ригеля должны еще выдерживать особенную нагрузку, а свободная длина ихъ больше 15′, то поперечное сѣченіе ихъ дѣлается въ 6/8″ или 7/9″.

Крыши съ ригелями обладаютъ тѣмъ отличительнымъ свойствомъ, что всѣ стропильныя ноги промежуточныхъ стропилъ непосредственно поддержаны ригелями.

Ригеля располагаются лучше всего въ центрѣ тяжести стропильныхъ ногъ, но разстояніе ихъ отъ пола чердака должна быть не меньше 6′. Соединеніе ригеля со стропильными ногами показано на чертежѣ 627 А и В на таб. 68. Соединеніе А оказывается достаточнымъ для предохраненія стропильныхъ ногъ отъ изгиба; но если ригель, сверхъ того, еще долженъ служить связью обѣихъ противоположныхъ стропильныхъ ногъ, то нуждаются въ болѣе крѣпкомъ соединеніи по чертежу В. Продольная связь такихъ стропилъ состоитъ только въ соединеніи ихъ между собою обрѣшеткою или досчатою опалубкою и оказывается не вполнѣ удовлетворительною.

Если ригеля имѣютъ такую длину, что приходится опасаться изгиба, то слѣдуетъ поддерживать ихъ. Это производится, проще всего, при

помощи прогона a, расположеннаго въ седединѣ ригеля и подпертаго вертикальными стойками b (Таб. 68, черт. 628). Прогонъ вмѣстѣ со стойками образуетъ такъ-называемый стропильный стулъ, и если стойка имѣетъ вертикальное положеніе, то стулъ называется стоячимъ, а если онъ имѣетъ наклонное положеніе, то — лежачимъ.

Стойка соединяется съ прогономъ и затяжкою короткими шипами, а ригеля съ прогономъ небольшою врубкою. Поперечное сѣченіе прогона принимается обыкновенно въ $^6/_7$″, а при большей длинѣ его въ $^6/_8$″. Разстояніе стоекъ другъ отъ друга, т.-е. разстояніе главныхъ стропильныхъ фермъ, можетъ составлять приблизительно 14′—16′, если прогонъ, сверхъ того, еще поддерживается подкосами c, образующими со стойками и прогонами уголъ въ 45°. Прогоны съ подкосами представляютъ отличную продольную связь крыши.

Если по какимъ-либо причинамъ расположеніе стоекъ въ серединѣ чердака оказывается неудобнымъ, то концы ригелей поддерживаются двумя прогонами (Таб. 68, черт. 629). Такимъ образомъ получается двойной стоячій стропильный стулъ.

При длинѣ ригеля, превышающей 15′, въ составъ главной стропильной фермы входятъ еще подкосы d, уменьшающіе свободную длину ригелей. Если приходится устраивать на чердакѣ жилыя комнаты, то разстояніе ригелей отъ пола должно быть не менѣе 7′; въ этомъ случаѣ ригеля одновременно представляютъ потолочныя балки этихъ комнатъ.

Такъ-какъ значительная часть груза крыши передается на ригеля, то рекомендуется располагать поддерживающіе ихъ прогоны такъ близко къ точкѣ соединенія ригелей со стропильными ногами, чтобы вертикальная линія, проведенная черезъ вершину угла, образуемаго нижнею гранью стропильной ноги и верхнею гранью ригеля, совпадала съ наружною боковою гранью прогона (Таб. 68, черт. 630).

Если, для уменьшенія свободной длины ригелей, принуждены, располагать прогоны ближе другъ къ другу и въ большемъ разстояніи отъ стропильныхъ ногъ, то слѣдуетъ предпочитать непосредственное соединеніе стойки со стропильною ногою по чертежу 631 на таб. 68 примѣненію подкосовъ, которые производятъ вредное боковое давленіе на стойки. Сверхъ того, при примѣненіи подкосовъ, стойки были бы необходимыми при всѣхъ стропилахъ, что представляетъ совсѣмъ излишнюю растрату матеріала.

Если ригеля имѣютъ такую значительную длину, что они должны быть поддержаны тремя прогонами, то располагаютъ третій изъ нихъ въ серединѣ ригелей (Таб. 68, черт. 632), а на нѣкоторомъ разстояніи отъ конька еще ригеля, которые также поддерживаются прогономъ b. Такимъ образомъ получается крыша съ тройнымъ стоячимъ стропильнымъ стуломъ.

Для лучшей связи главной стропильной фермы, привинчиваются къ стойкамъ съ обѣихъ сторонъ наклонныя схватки a. Продольная связь при этой крышѣ также производится подкосами, соединяющими прогоны съ тѣми стойками, которыми они подпираются.

Если требуется очень просторное чердачное помѣщеніе, то поддерживаютъ ригеля двойнымъ лежачимъ стуломъ. Подставки b плотно прилегаютъ къ стропильнымъ ногамъ и называются въ такомъ случаѣ подмогами (Таб. 68, черт. 633). Для того, чтобы держать наклонныя подставки въ неизмѣнномъ положеніи, располагаютъ между ихъ верхами особенный ригель c, лежащій непосредственно подъ стропильнымъ ригелемъ d и поддержанный подкосами e. Нижнимъ концомъ подставки b упираются въ прогоны f. Для крѣпкой продольной связи крыши служатъ длинные подкосы g и h, врубленные по обѣимъ сторонамъ подставокъ въ прогоны a и f.

Крыша съ ригелями и лежачимъ стуломъ требуетъ гораздо болѣе сложныхъ соединеній отдѣльныхъ частей главной стропильной фермы изъ очень толстаго дерева, чѣмъ крыша со стоячимъ стуломъ. Подмогамъ должно дать, благодаря многочисленнымъ врубкамъ, въ верхнемъ концѣ ширину отъ 11″ до 12″, а въ нижнемъ ширину отъ 9″ до 10″ и толщину отъ 7″ до 8″; прогоны f дѣлаются при высотѣ въ 8″ шириною отъ 10″ до 11″, а прогоны a шириною въ $6^1/_2$″ и высотою въ $8^1/_2$″ и ригеля шириною отъ 6″ до 7″ и высотою отъ 8″ до $8^1/_2$″.

При очень длинныхъ ригеляхъ располагаютъ въ серединѣ еще третій прогонъ a и, въ случаѣ надобности, еще второй ригель b (Таб. 68, черт. 634).

При пролетахъ крыши больше 52′ прибавляютъ еще средній прогонъ a, который подпирается вертикальною стойкою (Таб. 68, черт. 635), и получаютъ такимъ образомъ, настилая доски надъ

нижними и верхними ригелями, двойное чердачное помѣщеніе.

При всѣхъ только-что описанныхъ стропильныхъ фермахъ затяжка одновременно представляетъ потолочную балку, но можно также располагать особенную затяжку выше потолка. Но въ такомъ случаѣ ходьба по чердаку выступающими изъ-за пола затяжками весьма затрудняется.

в. *Крыша съ ригелями и дремпельною стѣною.* Если нуждаются при плоскихъ крышахъ въ просторномъ чердачномъ помѣщеніи, то необходимо возводить стѣны выше потолочныхъ балокъ верхняго этажа, такъ-что непосредственное соединеніе стропильныхъ ногъ съ затяжкою, для уничтоженія стропильнаго распора, невозможно.

Эта верхняя часть наружныхъ стѣнъ, которую назовемъ дремпельною стѣною, дѣлается толщиною въ 1 кирпичъ, а если на ней лежатъ мауэрлаты, въ которые упираются нижніе концы стропильныхъ ногъ, то не менѣе $1^1/_2$ кирпича. Обыкновенно кладутъ прогоны на особенныя дремпельныя стойки, установленныя непосредственно у стѣны, такъ-что весь грузъ крыши передается прямо на стѣны верхняго этажа строенія.

Такъ-какъ при всѣхъ крышахъ такого вида весь стропильный распоръ передается на дремпельную стѣну, то слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы онъ по возможности уменьшился. Это достигается подкосами a (Таб. 69, черт. 636 и 637), охваченными двойными схватками b, наружный конецъ которыхъ принимаетъ нижній конецъ стропильной ноги главной стропильной фермы. Промежуточныя стропильныя ноги упираются въ такъназываемыя шпалы или кладни c, врубленныя внутреннимъ концомъ въ прогоны d, связывающіе схватки смежныхъ главныхъ стропильныхъ фермъ. Остальныя части крыши ни въ чемъ не различаются отъ описанныхъ выше.

При строеніяхъ съ каменнымъ карнизомъ рекомендуется расположеніе схватокъ по чертежу 638 на таб. 69. При плоскихъ крышахъ соединеніе стропильныхъ ногъ между собою верхними ихъ концами мало прочно, а тѣмъ менѣе, чѣмъ площе крыша, такъ-что оказывается полезнымъ, при весьма плоскихъ крышахъ, располагать лучше коньковый прогонъ. Во всякомъ случаѣ разстояніе прогоновъ отъ конька, при плоскихъ крышахъ, должно быть не больше 8′. Лучше всего, придерживаться правила, чтобы разстояніе промежуточныхъ прогоновъ другъ отъ друга не превосходили 15′—16′. Тогда при плоскихъ крышахъ получается меньшее разстояніе прогоновъ отъ конька и при крутыхъ — большее.

Чертежъ 639 на таб. 69 представляетъ крышу съ дремпельною стѣною и ригелями съ двойнымъ лежачимъ стуломъ, при которой подкосы, вслѣдствіе наклоннаго положенія стульныхъ стоекъ, становятся излишними, потому что послѣднія уже принимаютъ стропильный распоръ и передаютъ его на затяжку.

г. *Крыши съ прогонами безъ дремпельной стѣны.* При такихъ крышахъ прогоны имѣютъ совсѣмъ другое значеніе, чѣмъ при крышахъ съ ригелями, такъ-что особенное названіе крышъ совершенно справедливо. Между тѣмъ какъ при крышахъ съ ригелями прогоны служатъ для поддерживанія ригелей, прогоны при крышахъ съ прогонами непосредственно поддерживаютъ стропильныя ноги.

При крышахъ съ прогонами стропильный распоръ гораздо меньше, чѣмъ при крышахъ съ ригелями, особенно тогда, когда имѣется коньковый прогонъ, къ которому плотно прикрѣплены стропильныя ноги. Это обстоятельство слѣдуетъ принимать во вниманіе, особенно при крышахъ съ дремпельною стѣною, гдѣ непосредственное соединеніе стропильныхъ ногъ съ затяжкою не возможно.

Крыша съ одиночнымъ стоячимъ стуломъ (Таб 69, черт. 640). Поперечная связь крыши производится двойными схватками a и иногда также еще подкосами b. Схватки охватываютъ стульную стойку и неглубоко сбоку врубаются своими концами въ стропильныя ноги, къ которымъ онѣ привинчиваются еще тонкими желѣзными болтами. Иногда двойныя схватки замѣняются одиночнымъ ригелемъ. Схватки или ригелъ представляютъ составную часть главной стропильной фермы, между тѣмъ какъ промежуточныя стропила упираются только въ прогоны, къ которымъ они прикрѣпляются желѣзными гвоздями, такъ-называемыми костылями, входящими въ прогоны глубиною отъ 3″ до 4″. При означенной крышѣ нижніе концы стропильныхъ ногъ упираются въ мауэрлаты c. Это дѣлается тогда, если нижніе

концы стропильныхъ ногъ сдвинуты до концовъ затяжки, въ какомъ случаѣ простыя врубки не доставляютъ достаточно надежнаго соединенія стропильныхъ ногъ съ затяжкою. Если оказывается возможнымъ, то рекомендуется, сверхъ того, производить еще непосредственное соединеніе стропильныхъ ногъ съ затяжкою, что обыкновенно встрѣчается при крышахъ со свѣсомъ. Объ этомъ будетъ еще говорено при подробномъ описаніи деталей.

Продольная связь крыши достигается такимъ же образомъ, какъ и при крышахъ съ ригелями, помощью подкосовъ, соединяющихъ прогоны со стойками.

Крыша съ одиночнымъ стоячимъ стуломъ устраивается также безъ поперечной связи посредствомъ схватокъ (Таб. 69, черт. 641).

К р ы ш а с ъ д в о й н ы м ъ с т о я ч и м ъ с т у л о м ъ (Таб. 69, черт. 642). Такая крыша устраивается, если стропильныя ноги требуютъ поддержки прогономъ въ промежуточной точкѣ. Такъ-какъ въ этомъ случаѣ коньковаго прогона не имѣется, то должно располагать прогоны не въ центрѣ тяжести стропильныхъ ногъ, а ближе къ коньку, чтобы скаты крыши были предохранены отъ вреднаго вращенія около прогоновъ. При такихъ крышахъ можно также держаться правила, чтобы разстояніе промежуточныхъ прогоновъ другъ отъ друга не превосходило 15′ до 16′.

Для достиженія хорошей поперечной связи соединяютъ схватки со стульными стойками подкосами, между тѣмъ какъ продольная связь производится по прежнему.

При крышахъ такого рода, устроенныхъ по старому способу, прогоны просто насажены на стойки, съ которыми они соединены шипомъ; но въ настоящее время этотъ способъ все болѣе и болѣе покидается, и находитъ примѣненіе улучшенный способъ подпиранія прогоновъ стойками (Таб. 69, черт. 643). По этому способу стойки непосредственно соединяются врубкою со стропильными ногами главной стропильной фермы такъ, чтобы схватки, стойки и стропильная нога образовали совершенно неподвижный треугольникъ, отлично способствующій устойчивости всей крыши.

Для равномѣрнаго распредѣленія груза крыши на всѣ потолочныя балки верхняго этажа, на послѣднія иногда кладутъ лежни, въ которые врубаются шипомъ нижніе концы стульныхъ стоекъ. Но это рекомендуется только тогда, если пролетъ затяжки значителенъ и приближается къ допускаемой величинѣ.

Чертежъ 644 на таб. 69 показываетъ крышу с ъ т р о й н ы м ъ с т о я ч и м ъ с т у л о м ъ, конструкція которой не требуетъ дальнѣйшаго объясненія.

Если чердачное помѣщеніе въ серединѣ не должно стѣсняться вертикальными стульными стойками, то примѣняется лежачій стулъ, простѣйшая форма котораго показана на чертежѣ 645 на таб. 69.

К р ы ш а с ъ д в о й н ы м ъ л е ж а ч и м ъ с т у л о м ъ (Таб. 70, черт. 646). При крышахъ безъ дремпельной стѣнки, лежачій стулъ, по чертежу 646 на таб. 70, рѣдко примѣняется, потому что наклонная стульная стойка образуетъ со стропильною ногою весьма острый уголъ, и поэтому необходимо соединеніе ихъ другъ съ другомъ при помощи желѣзнаго болта, хомута или узды. При крышахъ же съ дремпельною стѣною эта форма лежачаго стула, по его важнымъ достоинствамъ, находитъ обширное примѣненіе.

Напротивъ того, примѣняется часто особенная форма лежачаго стула, происшедшая отъ простѣйшей формы его (Таб. 69, черт. 645), прибавленіемъ промежуточныхъ прогоновъ и схватокъ (Таб. 70, черт. 647).

Наклонныя стульныя стойки при такихъ стропильныхъ фермахъ, по одинаковому положенію ихъ со стропильными ногами, называются также г л а в н ы м и с т р о п и л ь н ы м и н о г а м и, въ противоположность такъ-называемымъ в т о р ы м ъ или в т о р о с т е п е н н ы м ъ с т р о п и л ь н ы м ъ н о г а м ъ.

д. *Крыши съ прогонами и дремпельною стѣною* показываютъ исключительно извѣстныя соединенія составныхъ частей главной стропильной фермы, о которыхъ было уже говорено выше.

Относительно поддерживанія нижнихъ концовъ стропильныхъ ногъ, укажемъ на чертежи 637 и 638 на таб. 69. Устройство ниже слѣдующихъ крышъ будетъ понятно безъ дальнѣйшихъ объясненій.

К р ы ш и с ъ о д и н о ч н ы м ъ с т о я ч и м ъ с т у л о м ъ (Таб. 70, черт. 648, 649 и 650).

К р ы ш и с ъ д в о й н ы м ъ с т о я ч и м ъ с т у л о м ъ (Таб. 70, черт. 651 и 652). Подковы уменьшаютъ свободную длину схватокъ.

К р ы ш а с ъ т р о й н ы м ъ с т о я ч и м ъ с т у л о м ъ (Таб. 70, черт. 653). Соединеніе подкосовъ

а со стойками не рекомендуется, и приходится предпочитать соединеніе ихъ со стропильными ногами, какъ это показано на чертежѣ 651 на таб. 70.

Крыша съ четвернымъ стоячимъ стуломъ (Таб. 70, черт. 654). Подобнымъ образомъ можно устраивать крыши съ пролетами всякой величины, при чемъ, однако, предполагается, что потолочныя балки поддержаны.

Крыша съ двойнымъ лежачимъ стуломъ (Таб. 70, черт. 655). При этой крышѣ наклонныя стульныя стойки непосредственно соединены со стропильными ногами, вслѣдствіе чего онѣ принимаютъ стропильный распоръ и передаютъ его на затяжку.

При длинныхъ схваткахъ располагаютъ для ихъ поддерживанія подкосы, показанные на чертежѣ пунктиромъ.

Такъ-какъ наклонныя стульныя стойки принимаютъ стропильный распоръ, то въ схваткахъ въ нижнихъ концахъ стропильныхъ ногъ не нуждаются. Если, не смотря на это, располагаются такія схватки (Таб. 70, черт. 656), то это дѣлается болѣе для усиленія наклонной стульной стойки при значительной длинѣ ея.

Простѣйшій видъ лежачаго стула встрѣчается также при крышахъ съ дремпельною стѣною (Таб. 71, черт. 657). Такая главная стропильная ферма представляетъ основную форму другой фермы для бóльшихъ пролетовъ, получаемой прибавленіемъ къ первой двухъ промежуточныхъ прогоновъ въ серединѣ стропильныхъ ногъ и схватокъ, на которыя кладутъ промежуточные прогоны (Таб. 71, черт. 658).

Если желаютъ избѣгать нагрузки затяжки въ серединѣ свободной длины ея и помѣстить нижніе концы стульныхъ стоекъ ближе къ среднему мѣсту опоры, то можно примѣнить главную стропильную ферму съ двойнымъ лежащимъ стуломъ по чертежу 659, на таб. 71, отличающемуся отъ вышеизложенныхъ фермъ такого рода обратнымъ положеніемъ стульныхъ стоекъ.

Комбинаціею стоячаго и лежачаго стульевъ получаются стропильныя фермы, показанныя на чертежахъ 660, 651a и b и 662a и b на таб. 71. Особенную форму комбинаціи обоихъ видовъ стропильныхъ стульевъ представляетъ чертежъ 663 на таб. 71.

Б. Двускатныя крыши съ неподпертыми потолочными балками.

При крышахъ съ неподпертыми потолочными балками въ большинствѣ случаевъ, для поддерживанія ихъ скатовъ, слѣдуетъ устраивать подвѣсныя фермы, къ бабкамъ которыхъ подвѣшиваются обыкновенно, при помощи поддерживающихъ прогоновъ, потолочныя балки.

Бабки одновременно представляютъ вертикальныя стойки стоячаго стула.

Такія фермы называются подвѣсными стропильными фермами (или стропилами) или висячими стропилами. Число бабокъ подвѣсныхъ стропильныхъ фермъ зависитъ отъ допускаемой свободной длины стропильныхъ ногъ, которая принимается отъ 13′ до 16′, такъ-какъ приходится располагать въ каждой опорной точкѣ прогонъ, подпираемый бабкою.

Относительно устройства подвѣсныхъ фермъ и подробностей соединеній частей ихъ указываемъ на относящуюся сюда главу, которую приходится дополнить только относительно нѣкоторыхъ подробностей, свойственныхъ стропильнымъ фермамъ.

Соединенія стропильныхъ ногъ съ затяжкою, схватками, прогонами, ригелями и т. д. также остаются совершенно неизмѣнными, такъ-что большинство нижеслѣдующихъ примѣровъ будетъ понятно безъ всякаго объясненія.

а. *Крыши съ ригелями безъ дремпельной стѣны.* Чертежъ 664 на таб. 71 показываетъ подвѣсную стропильную ферму объ одной бабкѣ, т.-е. съ одиночною подвѣсною системою, и чертежъ 665 на таб. 71 — ферму о двухъ бабкахъ.

б. *Крыши съ прогонами безъ дремпельной стѣны.* Чертежъ 666 на таб. 71 и чертежи 667 и 668 на таб. 72 представляютъ подвѣсныя стропильныя фермы объ одной бабкѣ.

Строительная ферма, показанная на чертежѣ 668 на таб. 72, отличается отъ обѣихъ предыдущихъ тѣмъ, что при ней, вмѣсто одного коньковаго прогона на бабкѣ, расположены два прогона на подкосахъ, по обѣимъ сторонамъ бабки. Такимъ образомъ получается большее разстояніе верховъ подкосовъ отъ верхняго конца бабки. Это разстояніе должно составлять, лучше всего, не менѣе 12″. Если это разстояніе меньше, то соединеніе подкосовъ съ бабкою укрѣпляется еще желѣзными наугольниками.

Чертежъ 669 на таб. 72 показываетъ подвѣсную стропильную ферму о двухъ бабкахъ, разстояніе которыхъ другъ отъ друга составляетъ отъ 15′ до 16′, а чертержъ 670 на таб. 72 — ферму о трехъ бабкахъ. При этой стропильной фермѣ бабки дѣлаются, лучше всего, двойными, чтобы избѣгать ослабленія простой бабки врубками. Подкосы средней подвѣсной системы лежатъ непосредственно на подкосахъ двойной системы и соединяются другъ съ другомъ одними лишь болтами или, сверхъ того, еще шпонками. Такъ-какъ двойною врубкою подкосовъ затяжка значительно ослабляется, то располагаютъ часто подъ ея концами подбалки соединенныя съ затяжкою болтами и шпонками.

При плоскихъ крышахъ рекомендуется, устраивать невысокую дремпельную стѣну, чѣмъ увеличивается наклонъ подкосовъ; иначе подкосы должны соединяться съ затяжкою болтами или желѣзными уздами.

в. *Крыши съ прогонами и съ дремпельною стѣною.* Фермы съ одиночною подвѣсною системою показаны на чертежахъ 671 и 672 на таб. 72.

Подвѣсная стропильная ферма о двухъ бабкахъ представлена на чертежѣ 673 на таб. 72. При крышахъ такого вида можно пропускать схватки или ригеля, соединяющіе стропильныя ноги фермы, если расположены схватки въ нижнихъ концахъ стропильныхъ ногъ. Въ противномъ случаѣ онѣ необходимы и кладутся обыкновенно на прогоны (Таб. 72, черт. 674).

Подвѣсная стропильная ферма о трехъ бабкахъ изображена на чертежѣ 675 на таб. 73. Отъ комбинаціи стоячаго или лежачаго стропильнаго стула съ подвѣсною системою происходятъ стропильныя фермы по чертежамъ 676, 677 и 678 на таб. 73.

B) Двускатныя крыши безъ потолочныхъ балокъ или открытыя крыши.

Такія крыши устраиваются для покрытія многоэтажныхъ строеній, не требующихъ потолка верхняго этажа, или для покрытія одноэтажныхъ строеній безъ потолка, какъ-то: фабрикъ, заводовъ, мастерскихъ и нѣкоторыхъ сельскохозяйственныхъ строеній и т. п.

Стропильныя фермы двускатныхъ, открытыхъ крышъ можно раздѣлить на двѣ группы. Стропильныя фермы первой группы устраиваются съ затяжкою, а фермы второй — безъ нея.

Къ первой группѣ можно причислить всѣ подвѣсныя стропильныя фермы, при которыхъ, за исключеніемъ потолочной балки, одновременно представляющей затяжку, пропущены всѣ остальныя промежуточныя потолочныя балки. Относительно такихъ крышъ указываемъ на предыдущіе примѣры.

По другой системѣ устроены ниже слѣдующія стропильныя фермы, въ составъ которыхъ входятъ подвѣсныя, подкосныя и сложныя подвѣсныя и подкосныя системы (Таб. 73, черт. 679—682, и таб. 74, черт. 683—690).

Чертежи 691 и 692 на таб. 74 представляютъ крыши, при которыхъ досчатая обшивка непосредственно поддерживается горизонтальными брусьями, расположенными на разстояніи въ 3′ другъ отъ друга и обыкновенно также называемыми прогонами.

Во избѣжаніе недоразумѣній, нѣкоторые авторы даютъ теперь этимъ горизонтальнымъ брусьямъ названіе горизонтальныхъ стропильныхъ ногъ. Мы назовемъ такія крыши, какъ уже сказано было выше, крышами съ прогонами въ тѣсномъ смыслѣ. Разстояніе стропильныхъ фермъ такихъ крышъ другъ отъ друга можетъ составлять отъ 12′ до 15′.

Крыши съ прогонами въ тѣсномъ смыслѣ могутъ быть устраиваемы только въ такомъ случаѣ, если кровельный матеріалъ ихъ прикрѣпляется къ досчатой обшивкѣ, потому что отдѣльныя рѣшетины обрѣшетки идутъ параллельно къ прогонамъ и поэтому не могли бы прикрѣпляться къ нимъ. Доски обшивки располагаются перпендикулярно къ прогонамъ.

При крышахъ, при которыхъ стропильныя фермы составляются большею частью изъ подкосныхъ системъ, горизонтальный распоръ которыхъ не уничтожается затяжками, стѣны, въ которыя упираются фермы, должны имѣть соразмѣрно бóльшую толщину.

Деревянныя затяжки стропильныхъ фермъ открытыхъ крышъ, по ихъ значительной длинѣ, часто трудно достать; поэтому замѣняютъ ихъ иногда желѣзными струнами.

Чертежъ 693 на таб. 75 показываетъ примѣръ для стропильной фермы такого рода, которая представляетъ переходъ къ крышамъ изъ дерева и желѣза.

Въ настоящее время устраиваются вообще крыши безъ потолочныхъ балокъ и большихъ про-

летовъ преимущественно изъ дерева и желѣза или исключительно изъ желѣза, потому что производство работы гораздо удобнѣе, стропильныя фермы имѣютъ гораздо менѣе тяжелый видъ и во многихъ случаяхъ, при очень большихъ пролетахъ, обходятся даже дешевле.

2) *Односкатныя крыши* представляютъ половину двускатной крыши и имѣютъ поэтому только одинъ скатъ; онѣ преимущественно устраиваются при маловажныхъ постройкахъ, но становятся необходимыми во всякомъ случаѣ тогда, если данная постройка по длинѣ своей примыкаетъ къ высшей или если по другимъ причинамъ дождевая вода должна имѣть стокъ только въ одну сторону строенія. Почти всѣ системы стропильныхъ фермъ двускатныхъ крышъ, будучи раздѣлены пополамъ, находятъ примѣненіе также и при устройствѣ односкатныхъ крышъ. Поэтому у нихъ встрѣчаются стоячіе и лежачіе стулья, ригеля, схватки, подкосы и т. д.

Такъ-какъ односкатная крыша производитъ давленіе на стѣну, къ которой она прислоняется, то слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы соотвѣтственныя составныя части стропильной фермы сопротивлялись этому распору.

Укрѣпленіе нижнихъ концовъ стропильныхъ ногъ дѣлается точно такъ, какъ показано было при изложеніи устройства двускатныхъ крышъ, между тѣмъ какъ верхніе концы упираются въ коньковый прогонъ, поддерживаемый стойками.

Стропильныя фермы односкатныхъ крышъ показаны на чертежахъ 694—701 на таб. 75 и на чертежахъ 702—706 на таб. 76.

Составленіе употребительныхъ размѣровъ поперечныхъ сѣченій составныхъ частей деревянныхъ стропильныхъ фермъ.

Нижеслѣдующіе размѣры поперечныхъ сѣченій дѣйствительны при свободной длинѣ составныхъ частей стропильныхъ фермъ отъ 13′ до 16′.

Стропильныя ноги	4/6″, 5/6″, 5/7″
Прогоны	6/7″, 6/8″
Стульныя стойки	6/6″ — 6/8″
Наклонныя подставки, укосины . .	5/7″ — 6/8″
Подкосы подвѣсныхъ системъ и ригеля между бабками	7/9″ — 8/10″
Подкосы обыкновенные.	4/5″ — 4/6″ — 5/7″
Схватки	2×3/7″, 2×3/8″, 2×4/8″
Схватки, подвергающіяся изгибающему усилію.	2×5/8″, 2×6/8″
Ригеля между стропильными ногами	4/6″ — 5/7″
Ригеля, поддерживающіе потолокъ.	6/8″ — 7/9″
Главныя стропила въ противоположность вторымъ или второстепеннымъ стропиламъ	6/8″ — 7/9″

Подробности соединеній составныхъ частей стропильныхъ фермъ.

Касательно соединеній составныхъ частей подвѣсныхъ, подкосныхъ и сложныхъ подвѣсныхъ и подкосныхъ системъ, указываемъ на относящуюся сюда главу. Поэтому приходится разсмотрѣть толко употребительныя соединеніе у конька, у промежуточныхъ прогоновъ и у нижнихъ концовъ стропильныхъ ногъ.

1. Соединенія у конька. Соединеніе двухъ стропильныхъ ногъ между собою у конька производится прорѣзнымъ шипомъ (Таб. 76, черт. 707) или въ полдерева (Таб. 76, черт. 708), при помощи деревяннаго нагеля изъ дубоваго дерева. Если имѣется коньковый прогонъ, то соединеніе стропильныхъ ногъ съ прогономъ можно производить двоякимъ образомъ: или коньковый прогонъ врубается въ стропильныя ноги (Таб. 76, черт. 709), или, наоборотъ, стропильныя ноги врубаются въ коньковый прогонъ (Таб. 76, черт. 710). Первый способъ соединенія приходится предпочитать, потому что при примѣненіи другого коньковый прогонъ слишкомъ ослабляется. Стропильныя ноги прибиваются еще гвоздями къ коньковому прогону. Стойки соединяются съ коньковымъ прогономъ шипомъ.

Если стойки имѣютъ наклонное положеніе, то соединеніе дѣлается по чертежу 711 на таб. 76. Подкосы врубаются на $1\frac{1}{2}$″ въ прогонъ.

Если наклонныя стульныя стойки а лежачаго стула идутъ параллельно къ стропильнымъ ногамъ, т.-е. если онѣ представляютъ главныя стропильныя ноги, то даютъ коньковому прогону квадратное поперечное сѣченіе и такое положеніе, чтобы боковыя грани ихъ были параллельны къ направленію стропильныхъ ногъ (Таб. 76, черт. 712).

Прогонъ врубается приблизительно на 1″ въ

второстепенныя и главныя стропильныя ноги, которыя соединены между собою вырубками и болтами (Таб. 76, черт. 713).

Въ предыдущемъ показанное соединенiе возможно только тогда, если уголъ, образуемый стропильными ногами, составляетъ не больше 90°. При болѣе плоскихъ крышахъ коньковый прогонъ имѣетъ обыкновенное положенiе (Таб. 76, черт. 714).

2. Соединенiя у промежуточныхъ прогоновъ. При крышахъ съ ригелями и стоячимъ стуломъ соединенiе дѣлается по чертежу 715 на таб. 76. Прогоны врубаются въ ригеля, и послѣднiе соединяются съ стропильными ногами шипомъ. Соединенiе прогоновъ со стойками также производится шипомъ и подкосами. Еще прочнѣе бываетъ соединенiе по чертежу 716 на таб. 77, гдѣ стойка непосредственно соединена зубомъ и полусковороднемъ со стропильною ногою, между тѣмъ какъ ригеля соединены со стропильными ногами также полусковороднемъ. Прогонъ и ригель врубаются въ стойку и привинчиваются къ ней болтами.

При крышахъ съ прогонами и стоячимъ стуломъ простѣйшее соединенiе производится по чертежу 717 на таб. 77. Прогонъ, непосредственно поддерживающiй стропильныя ноги, врубается въ послѣднiя, прибиваемыя, сверхъ того, еще къ прогону костылями. Ригель, производящiй поперечную связь стропильной фермы, соединяется со стропильными ногами главной стропильной фермы полусковороднемъ, и со стойками шипомъ. Для продольной связи крыши и сокращенiя свободной длины ригеля располагаются подкосы.

Если стойка соединяется со стропильною ногою по чертежу 718 на таб. 77, то прогонъ располагается въ треугольникѣ, образуемомъ стропильною ногою, стойкою и ригелемъ, составленнымъ изъ двухъ частей. Это соединенiе можно съ выгодою измѣнить, удваивая стойки (Таб. 77, черт. 719) или располагая схватки (Таб. 77, черт. 720).

Если въ верхней части крыши расположены подкосы для подпиранiя конькового прогона, то соединяютъ ихъ съ ригелемъ зубомъ (Таб. 77, черт. 721), или со схватками по чертежу 722 на таб. 77, располагая нижнiй конецъ подкоса между схватками. Иногда подкосы упираются въ стойки (Таб. 78, черт. 723). При висячихъ стропильныхъ фермахъ о двухъ бабкахъ, соединенiе у прогона производится по чертежамъ 724, 725 и 726 на таб. 78. Способъ соединенiя по чертежу 726 на таб. 78 приходится предпочитать остальнымъ, по отличной поперечной связи и надежному положенiю прогона. Для крышъ съ лежачимъ стуломъ, чертежъ 727 на таб. 78 представляетъ наиболѣе надежное соединенiе у промежуточнаго прогона. Если наклонная подставка проходитъ до стропильной ноги, то соединенiе производится по чертежу 728 на таб. 78. При этомъ соединенiи рекомендуется, замѣнить одиночный ригель двойными схватками.

На чертежахъ 729 на таб. 79 показано соединенiе у промежуточнаго прогона крыши съ ригелями, при чемъ прогонъ подпирается подмогою. Горизонтальныя распорки расположены между подмогами. Если распорки должны быть расположены между прогонами, то соединенiе призводится по чертежу 730 на таб. 79. При этомъ прогоны имѣютъ вертикальное положенiе. Для большей прочности соединенiя прибиваютъ къ подмогѣ и распоркѣ желѣзный наугольникъ. Кромѣ того, соединяются еще обѣ части наклонными схватками. На чертежѣ 731 на таб. 79 представлено соединенiе, при которомъ подмога находится на нѣкоторомъ разстоянiи отъ стропильной ноги.

Если въ составъ главной стропильной фермы входятъ главныя и вторыя или второстепенныя стропильныя ноги, каковыя встрѣчаются при особенномъ видѣ крышъ (см. чертежъ 663 на таб. 71) съ лежачимъ стуломъ, то соединенiе прогоновъ съ главными и вторыми стропильными ногами производится вырубкою. Чтобы предохранять прогоны отъ опрокидыванiя, непосредственно передъ ними прибиваютъ гвоздями деревянныя колодки (Таб. 79, черт. 732 и 733), врубленныя въ главныя стропильныя ноги. Если упомянутое соединенiе производится болтомъ (Таб. 79, черт. 734) или если прогоны упираются въ схватки и удерживаются, сверхъ того, еще въ неизмѣнномъ положенiи подкосами (Таб. 79, черт. 735), то можно пропускать колодки.

3. Соединенiе у нижнихъ концовъ стропильныхъ ногъ. Если стропильныя ноги соединяются съ затяжками зубомъ или шипомъ, при чемъ затяжка должна выступать за нижнiй конецъ стропильной ноги на $^1/_2{}'$ до $1'$, то являются необходимыми накладки (Таб. 79, черт. 736 и 737). Отъ этого происходитъ переломъ ската крыши, въ которомъ скопляется вода и который, по трудности уплотненiя, особенно при черепичной кровлѣ, оказывается вреднымъ.

Если затяжка не выступаетъ за нижній конецъ стропильной ноги, то соединеніе обѣихъ частей ненадежно и должно усиливаться по чертежу 738 на таб. 79, или, что еще лучше, располагаютъ особенный прогонъ, въ который упираются стропильныя ноги (Таб. 79, черт. 739). Если крыши имѣютъ свѣсъ, то затяжка соединяется со стропильною ногою шипомъ (Таб. 80, черт. 740) или полусковороднемъ (Таб. 80, черт. 741 и 742 a и b). Соединеніе затяжки съ лежачимъ стуломъ или подкосами изображено на чертежѣ 743 на таб. 80. При крышахъ съ дремпельною стѣною, прогоны насаживаются на дремпельныя стойки и врубаются въ схватки или ригель для уничтоженія стропильнаго распора (Таб. 80, черт. 744).

3) *Четырехскатныя, шатровыя* или *вальмовыя крыши*. Форма четырехскатныхъ крышъ была уже показана выше. Если скаты крыши имѣютъ одинаковый наклонъ, то точки пересѣченія биссектрисъ нагловъ въ планѣ представляютъ конечныя точки коньковой линіи.

Въ этихъ точкахъ, лучше всего, располагаютъ главныя стропильныя фермы a (Таб. 80, черт. 745, 746, 747 и 748). Если, однако, вслѣдствіе этого, возникаютъ какія-нибудь затрудненія, то можно замѣнить стропильныя фермы промежуточными стропилами. Устройство крыши между этими обѣими главными стропильными фермами a ни въ чемъ не различается отъ устройства обыкновенной двускатной крыши, между тѣмъ какъ устройство вальмъ показываетъ значительныя отклоненія.

По направленію выходящихъ реберъ устраиваютъ діагональныя полуфермы b и, если въ нихъ нуждаются, еще продольныя полуфермы. Между крайнею поперечною стропильною фермою и діагональными полуфермами и между послѣдними располагаютъ на извѣстномъ разстояніи промежуточныя полустропила, такъ-называемые н а р о ж н и к и, упирающіеся верхами въ стропильныя ноги діагональныхъ полуфермъ. Послѣднимъ должно придать, соразмѣрно съ наклономъ скатовъ крыши, скошенныя кромки, вслѣдствіе чего поперечное сѣченіе ихъ представляетъ пятиугольникъ (Таб. 80, черт. 749). Такъ-какъ діагональныя стропильныя ноги должны выдерживать бóльшую нагрузку, чѣмъ остальныя, то поперечное сѣченіе ихъ дѣлается больше, а именно въ 6/8" или 7/9". Онѣ верхами прислоняются другъ къ другу безъ врубки. Промежуточныя полустропила плоскостями распилки верхнихъ концовъ безъ врубки плотно прислоняются къ боковымъ гранямъ діагональныхъ стропильныхъ ногъ (Таб. 80, черт. 750) и прибиваются къ нимъ крѣпкими гвоздями.

Расположеніе полуфермъ въ серединѣ вальмы по возможности избѣгается, потому что встрѣча верховъ трехъ стропильныхъ ногъ представляетъ нѣкоторое неудобство и, кромѣ того, слуховыя окна обыкновенно располагаются въ серединѣ вальмы.

При длинныхъ вальмахъ продольная полуферма необходима.

Въ такомъ случаѣ соединеніе верховъ стропильныхъ ногъ производится также безъ врубки по чертежамъ 751 A и B на таб. 80, или, что еще лучше, между діагональными ногами вставляется ригель, въ который упирается верхній конецъ средней стропильной ноги (Таб. 80, черт. 751c).

При четырехскатныхъ крышахъ безъ дремпельной стѣны и съ ригелями, при которыхъ стропильныя ноги непосредственно соединены съ потолочными балками, становятся необходимыми такъ-называемыя шпалы a (Таб. 81, черт. 752 и 753), въ которые упираются нижніе концы нарожниковъ. Шпалы врубаются въ крайнюю затяжку сковороднемъ. Діагональная шпала b дѣлается такой длины, чтобы возможно было, врубить ее въ предпослѣднюю затяжку сковороднемъ, между тѣмъ какъ она соединяется съ крайнею затяжкою въ полдерева. Подобнымъ образомъ располагаютъ ригеля c, врубаемые въ послѣдній поперечный ригель d. Ригель c діагональной полуфермы врубается въ предпослѣдній поперечный ригель сковороднемъ и соединяется съ послѣднимъ въ полдерева.

Если приходится устраивать крышу надъ неподпертыми потолочными балками, то всегда являются необходимыми висячія стропильныя фермы. Въ такомъ случаѣ почти

всегда рекомендуется, располагать подвѣсную систему такъ, чтобы въ составъ послѣдней поперечной фермы входила средняя бабка, потому что въ серединѣ затяжки этой фермы удобнѣе всего можетъ производиться поддерживаніе вальмы, и поэтому затяжка въ серединѣ должна быть надежно поддержана. По той же самой причинѣ даютъ подкосамъ подвѣсной системы послѣдней фермы бóльшіе размѣры, чѣмъ подкосамъ подвѣсныхъ системъ остальныхъ фермъ. Такъ-какъ выгоднѣе всего, устраивать висячія стропильныя фермы съ прогонами, непосредственно поддерживающими стропильныя ноги, то слѣдуетъ заботиться о надежномъ поддерживаніи токекъ пересѣченія діагональныхъ стропилъ съ прогонами. Это можно дѣлать различнымъ образомъ: или располагаютъ подвѣсныя системы надъ горизонтальными проекціями діагональныхъ стропилъ, т.-е надъ линіями AB и BC (Таб. 81, черт. 754)), или устраиваютъ надъ серединою ширины вальмы, т.-е. надъ линіею ED, подвѣсную систему, параллельную къ подвѣснымъ системамъ остальныхъ стропильныхъ фермъ. Эта подвѣсная система всегда бываетъ двойная. Если въ составѣ послѣдней поперечной стропильной фермы средней бабки не имѣется, а только двѣ боковыхъ бабки, то подъ линіями, проведенными черезъ точки M и N параллельно къ коньковой линіи, всегда бываютъ расположены прогоны, поддерживающіе потолочныя балки и подвѣшенные къ бабкамъ висячихъ фермъ. Въ эти прогоны могутъ упираться подкосы подвѣсныхъ системъ, бабки которыхъ поддерживаютъ точки M и N.

Послѣдній способъ менѣе сложенъ, чѣмъ первый, и обыкновенно предпочитается. Если разстояніе между точками M и N превосходитъ допускаемую свободную длину прогоновъ, то подвѣсная система, расположенная надъ CH, представляетъ возможность, поддерживать бабкою точку O. Въ этомъ случаѣ, вмѣсто двойной подвѣсной системы, надъ ED устраиваютъ двѣ одиночныхъ системы надъ EO и OD, чѣмъ достигается еще бóльшая прочность и устойчивость крыши.

Чертежи 755, 756 и 757 на таб. 81 показываютъ поперечный разрѣзъ, видъ сверху и продольный разрѣзъ четырехскатной крыши, при которой стропильныя ноги продольныхъ скатовъ поддержаны однимъ лишь промежуточнымъ прогономъ. Въ этомъ случаѣ для діагональныхъ полуфермъ въ главныхъ стропильныхъ ногахъ не нуждаются. Діагональныя стропильныя ноги вмѣстѣ съ полустропилами вальмы поддерживаются прогономъ m, расположеннымъ въ концахъ промежуточныхъ прогоновъ продольныхъ скатовъ крыши. Остальныя подробности конструкціи будутъ понятны безъ дальнѣйшаго объясненія.

Если при крышахъ такого рода расположены, для поддерживанія стропильныхъ ногъ продольныхъ скатовъ, по два промежуточныхъ прогона, то для діагональныхъ полуфермъ главныя стропильныя ноги становятся необходимыми для поддерживанія концовъ прогоновъ. Эти главныя стропильныя ноги подпираются бабкою подвѣсной системы.

При четырехскатныхъ крышахъ съ дремпельною стѣною и прогонами, послѣдніе располагаются на равной высотѣ, какъ подъ продольными скатами крыши, такъ и подъ вальмами, для поддерживанія стропильныхъ ногъ и нарожниковъ. Прогоны образуютъ раму, углы которой подпираются вертикальными или наклонными стульными стойками. Для уничтоженія значительнаго стропильнаго распора діагональныхъ полустропилъ, подъ послѣдними, при крышахъ съ стоячимъ стуломъ, всегда необходимы укосины и схватки, охватывающія нижніе концы діагональныхъ стропильныхъ ногъ и укосины.

На чертежахъ 745—748 на таб. 80 изображена крыша такого рода. Чертежъ 748 на таб. 80 показываетъ расположеніе потолочныхъ балокъ подъ чердакомъ съ діагональными шпалами въ углахъ плана, для принятія нижняго конца укосинъ. Эти діагональныя шпалы кладутъ на потолочныя балки.

Въ другихъ шпалахъ, при крышахъ съ дремпельною стѣною, не нуждаются, потому что нижніе концы полустропилъ или нарожниковъ упираются въ прогоны, помѣщенные на дремпельныхъ стойкахъ. Только

въ такомъ случаѣ, если вертикальная стульная стойка приходится на промежутокъ между двумя потолочными балками, кладутъ на послѣднія, перпендикулярно къ нимъ, шпалы, принимающія нижніе концы упомянутыхъ стоекъ. Прогоны на углахъ подъ стропильными ногами діагональныхъ полуфермъ соединяютъ въ усъ, и соединеніе укрѣпляется еще накладкою изъ полосового желѣза или прибитою желѣзною скобою, или въ полдерева.

4) *Пирамидальныя крыши.* При пирамидальныхъ крышахъ коньковой линіи, какъ извѣстно, не имѣется. Поэтому онѣ состоятъ только изъ діагональныхъ фермъ, иногда еще изъ полуфермъ, перпендикулярныхъ къ сторонамъ основанія пирамиды, и изъ нарожниковъ.

Чертежи 758 и 759 на таб. 81 показываютъ разрѣзъ и планъ пирамидальной крыши съ дремпельною стѣною. Такъ-какъ въ вершинѣ пирамиды всегда сходятся верхніе концы нѣсколькихъ стропильныхъ ногъ, то въ этомъ мѣстѣ располагаютъ вертикальную стойку или бабку, въ которую врубаются діагональныя стропильныя ноги зубомъ и шипомъ. Эта стойка или бабка имѣетъ, смотря по формѣ плана, квадратное, шестиугольное или восьмиугольное и т. д. поперечное сѣченіе.

Кромѣ діагональныхъ стропильныхъ ногъ, при показанной крышѣ встрѣчаются одни лишь нарожники. Главныя стропильныя фермы располагаются надъ діагоналями ab и cd.

Схватки, соединяющія діагональныя стропильныя ноги, перекрещиваются у средней стойки и располагаются однѣ надъ другими, чтобы не слишкомъ ослаблялись врубками. Нарожники большей длины поддерживаются промежуточными прогонами, подпертыми лежачимъ стуломъ. Для большей устойчивости крыши, соединяются еще діагональныя стропильныя ноги съ прогонами подкосами.

Р а з ж е л о б к и. Если скаты крыши образуютъ, при пересѣченіи, впалые углы, такъ-называемыя р а з ж е л о б к и (Таб. 81, черт. 760), то подъ ними также становятся необходимыми діагональныя полуфермы ab и bc, въ которыя упираются нижніе концы отрѣзковъ d стропильныхъ ногъ.

Соединеніе отрѣзковъ d со стропильною ногою діагональной полуфермы можно производить двоякимъ образомъ: или даютъ поперечному сѣченію діагональной стропильной ноги, соотвѣтственно наклону скатовъ крыши, пятиугольную форму (Таб. 81, черт. 761 и 762) и прибиваютъ къ ней гвоздями отрѣзки d, или прямоугольную форму и соединяютъ отрѣзки съ нею врубкою по чертежамъ 763 и 764 на таб. 81.

При крышахъ съ прогонами, послѣдніе въ точкѣ пересѣченія подъ разжелобкою, соединяются въ полдерева, чѣмъ они ослабляются.

Поэтому рекомендуется подпирать ихъ въ этомъ мѣстѣ стойкою. Если это невозможно, то располагаютъ стойки по крайней мѣрѣ вблизи точки пересѣченія прогоновъ и поддерживаютъ мѣсто врубки подкосомъ.

При данномъ планѣ крыши сперва располагаютъ діагональныя полуфермы и крайнія главныя стропильныя фермы, а затѣмъ, на равномъ разстояніи другъ отъ друга, остальныя промежуточныя стропила и полустропила.

5) *Мансардовыя крыши.* Мансардовая крыша состоитъ изъ крутой части, надъ которою устроена еще плоская крыша. Устройство наиболѣе употребительныхъ фермъ мансардовой крыши будетъ удобопонятно изъ чертежей 765 и 766 на таб. 82. Основаніе построенія образуетъ полукругъ надъ пролетомъ крыши. На чертежѣ 765 на таб. 82 линіи ab и cd равняются радіусу полукруга, а на чертежѣ 766 на таб. 82 полуокружность раздѣлена на 4 равныхъ части.

Мансардовыя крыши устраиваются обыкновенно для того, чтобы помѣстить на чердакѣ жилыя помѣщенія.

Поэтому онѣ представляютъ большею частью крыши съ ригелями, одновременно служащими потолочными балками этихъ жилыхъ помѣщеній.

Плоская часть крыши устраивается почти всегда съ прогонами.

Скаты крыши, ограждающіе жилыя помѣщенія, должны доставлять достаточную защиту отъ измѣненій внѣшней температуры. Чертежи 767, 768, 769 и 770 на таб. 82 показываютъ мансардовыя крыши различной конструкціи.

6) *Зубчатыя крыши.* Зубчатыя крыши примѣняются въ настоящее время очень часто для покрытія большихъ фабричныхъ зданій, требующихъ хорошаго освѣщенія, котораго другая форма крыши не можетъ доставить.

Зубчатая крыша представляетъ родъ двускатныхъ неравнобедренныхъ крышъ. Крутой скатъ содержитъ въ себѣ окна и обращенъ, для защиты внутренности зданія отъ солнечныхъ лучей, къ сѣверу. Наклонъ крыши принимается для крутого ската съ окнами отъ 60° до 70° и для плоскаго отъ 30° до 20°, такъ-что уголъ у конька составляетъ 90°.

Величина пролета зубчатыхъ крышъ довольно неограничена. Встрѣчаются таковыя съ пролетомъ отъ 10′ до 45′. Зубчатыя крыши съ большимъ пролетомъ обыкновенно устраиваются при помощи желѣза; о нихъ будетъ сказано ниже.

Чертежи 771, 772 и 773 на таб. 82 показываютъ наиболѣе употребительныя стропильныя фермы зубчатыхъ крышъ.

Деревянные стойки или чугунныя колонны разставляютъ приблизительно на разстояніи 15′ другъ отъ друга. Если крыша дѣлается слишкомъ длинною, такъ-что отведеніе дождевой воды къ ея концамъ затруднительно, то воду проводятъ черезъ полыя чугунныя колонны въ отводныя трубы, или располагаютъ водосточныя трубы изъ листового желѣза, помѣщаемыя между удвоенными деревянными стойками.

Для удобнаго очищенія наружныхъ желобовъ устраиваютъ ихъ такимъ образомъ, чтобы возможно было ходить по нимъ (Таб. 83, черт. 774, 775 и 776). Иногда крутой скатъ зубчатой крыши дѣлается вертикальнымъ. Крыши такого рода показываютъ чертежи 777 и 778 на таб. 83.

Стропильную ферму для зубчатой крыши особеннаго вида представляетъ чертежъ 779 на таб. 83. При этой крышѣ оба ската имѣютъ одинаковый наклонъ. На чертежахъ 780 и 781 на та таб. 83 изображены важныя подробности этой крыши.

Чертежъ 782 на таб. 83 показываетъ стропильную ферму крыши, доставляющей возможность достаточнаго верхняго освѣщенія при значительныхъ пролетахъ. Такая стропильная ферма можетъ быть примѣняема для пролетовъ до 56′. Подобнымъ образомъ можно устраивать стропильныя фермы для крышъ меньшихъ пролетовъ по какой-либо другой системѣ. При весьма широкихъ зданіяхъ нерѣдко устраиваются, вмѣсто одной крыши съ большимъ пролетомъ и, соотвѣтственно тому, съ большимъ подъемомъ, нѣсколько двускатныхъ крышъ меньшихъ пролетовъ и обыкновенной формы и конструкціи. При этомъ необходимо, располагать въ мѣстѣ встрѣчи нижнихъ концовъ стропильныхъ фермъ чугунныя колонны или деревянныя стойки, подпирающія проходящія горизонтальныя затяжки стропильныхъ фермъ.

Системы деревянныхъ стропилъ, встрѣчающіяся во многихъ странахъ Россіи.

Различаютъ наслонныя, висячія и кружальныя стропила.

1) **Наслонныя стропила** состоятъ изъ стропильныхъ ногъ, поддержанныхъ стойками, которыя упираются нижними концами во внутреннія стѣны строенія или въ потолочныя балки, если послѣднія могутъ сопротивляться сосредоточенной нагрузкѣ стойками.

Чертежи 783 на таб. 83 и 784 на таб. 84 представляютъ стропила, употребляемыя для покрытія жилыхъ зданій. На внутреннихъ капитальныхъ среднихъ или поперечныхъ стѣнахъ возводятся кирпичные столбы, смотря по высотѣ ихъ, въ 2 или $2^1/_2$ кирпича и на взаимномъ разстояніи другъ отъ друга отъ 14′ до 28′. На нихъ кладутъ прогоны b, поддерживающіе стропильныя ноги. Послѣднія, въ случаѣ надобности, подпираются еще подкосами d.

2) **Висячія стропила** примѣняются въ такомъ случаѣ, если потолочныя балки въ серединѣ не поддержаны и стропила, поэтому, упираются только въ наружныя стѣны, или если потолочныхъ балокъ вообще не имѣется.

Изъ дерева безъ желѣза устраиваютъ только обыкновенныя или итальянскія стропила, состоящія изъ стропильныхъ ногъ нижніе концы которыхъ связаны затяжкою. Стропильныя ноги подпираются еще подкосами, упирающимися въ вертикальныя подвѣски или бабки.

Иногда для стропилъ располагаютъ особенныя затяжки надъ потолкомъ, или потолочныя балки, находящіяся въ плоскостяхъ стропилъ, представляютъ затяжки.

Простѣйшій видъ висячихъ стропилъ получается, если стропильныя ноги верхами соединяются врубкою, а нижніе концы ихъ стягиваются затяжкою.

На чертежѣ 785 на таб. 84 показаны стропила съ ригелями для пролета въ 28′. Затяжка замѣнена двумя шпалами b, врубленными въ прогоны e, расположенные на потолочныя балки. Такимъ образомъ ходьба на чердакѣ не затрудняется необходимостью переступать черезъ затяжки.

На чертежѣ 786 на таб. 84 представлена висячая стропильная ферма объ одной бабкѣ, которая можетъ быть примѣняема для пролетовъ крыши до 35′.

При плоскихъ крышахъ прибавляютъ часто еще подмогу k (Таб. 84 черт. 787).

На чертежѣ 788 на таб. 84 изображена стропильная ферма о двухъ бабкахъ для пролетовъ крыши отъ 42′ до 49′, на чертежѣ 789 на таб. 84 таковая о трехъ бабкахъ для пролетовъ отъ 56′ до 63′.

Если кровля имѣетъ большой вѣсъ, то рѣшетины, поддержанныя стропильными фермами, были бы слишкомъ слабы. Поэтому располагаютъ между послѣдними накатины или промежуточныя стропила, которыя иногда состоятъ изъ досокъ, поставленныхъ на ребро, и упираются въ прогоны bb, подпертые подмогою d и подкосами c или бабкою f (Таб. 84, черт. 790 и 791). Чертежъ 792 на таб. 88 представляетъ стропильную ферму о четырехъ бабкахъ для пролета крыши въ 77′.

Относительно кружальныхъ стропилъ указываемъ на отрытыя крыши безъ потолочныхъ балокъ.

Стропильныя фермы располагаются другъ отъ друга на разстояніи въ 7′ и, если пролетъ крыши больше 42′, на разстояніи въ 6′. Обыкновенно на стропильныя ноги и затяжки, при длинѣ ихъ отъ 28′ до 35′, употребляются бревна толщиною въ 11″ и 12″, а при длинѣ въ 21′ — бревна толщиною въ 9″ и 10″. Для полустропилъ, ригелей, подкосовъ, стоекъ и бабокъ употребляются бревна толщиною въ 8″ до 10″.

При вышеприведенномъ разстояніи отъ 6′ до 7′, при пролетахъ крыши не больше 45′ и при квадратномъ поперечномъ сѣченіи брусьевъ, сторона сѣченія должна быть:

ригелей и затяжекъ, несущихъ потолокъ, ... $1/14$ ихъ длины;
ригелей и затяжекъ несущихъ только свой вѣсъ, ... $1/18$ „ „
стропильныхъ ногъ . . . . $1/18$ „ „

Сторона поперечнаго сѣченія подкосовъ, подмогъ, нарожниковъ и стоекъ дѣлается нѣсколько меньше сторонъ поперечнаго сѣченія стропильныхъ ногъ. Поперечное сѣченіе коньковаго прогона и прогоновъ, поддерживающихъ накатины или промежуточныя стропильныя ноги, принимается въ $1/18$ или $1/16$ разстоянія между стропильными фермами, смотря по вѣсу кровли.

Относительно подробностей устройства крышъ висячихъ системъ, указываемъ на предыдущія изложенія съ надлежащими чертежами.

Крыши изъ дерева и желѣза. Въ настоящее время стропильныя фермы открытыхъ крышъ безъ потолочныхъ балокъ часто устраиваются изъ дерева и желѣза, при чемъ стропильныя ноги и прогоны, сопротивляющіеся изгибающему усилію, а также подкосы, раскосы, ригеля, однимъ словомъ всѣ составныя части фермы, подвергающіяся сжатію, дѣлаются изъ дерева, между тѣмъ какъ части, подвергающіяся растяженію, какъ-то: затяжки, подвѣски или бабки, дѣлаются обыкновенно изъ круглаго или изъ квадратнаго желѣза.

Подкосы также иногда отливаются изъ чугуна.

Стропильныя, фермы устроенныя такимъ образомъ, придаютъ крышѣ изнутри болѣе легкій и изящный видъ, и, сверхъ того, употребленіе желѣза даетъ возможность болѣе прочнаго и удобнаго сопряженія составныхъ частей фермы другъ съ другомъ.

На чертежѣ 793 на таб. 84 представлена стропильная ферма, для пролета крыши приблизительно въ 32′, въ которой деревянная бабка замѣнена желѣзнымъ подвѣснымъ болтомъ или струною и двойныя схватки замѣнены одиночнымъ ригелемъ. Чертежъ 794 на таб. 84 показываетъ соединеніе болта съ затяжкою. Между гайкою болта и затяжкою располагается чугунная плитка, чтобы предпятствовать вдавливанію гайки въ дерево.

Гайка доставляетъ возможность подтягивать затяжку, если она, вслѣдствіе усыханія дерева и связаннаго съ этимъ ослабленія сопряженій, показываетъ прогибъ.

Для болѣе крѣпкаго поддерживанія главныхъ стропильныхъ ногъ, рекомендуется, располагать внизу ригеля также гайку с (Таб. 84, черт. 795), при помощи которой возможно будетъ, сохранять подтягиваніемъ ригеля тѣсное соприкосновеніе концовъ его съ нижнею гранью главныхъ стропильныъ ногъ. Соединеніе верхнихъ концовъ главныхъ стропильныхъ ногъ производится помощью чугунныхъ башмаковъ по чертежу 795 или 797 на таб. 85.

Послѣдняя форма башмака допускаетъ болѣе прочное укрѣпленіе болта, для котораго оставлено отверстіе. При крышахъ большихъ пролетовъ затяжка должна быть подвѣшена болтами два (Таб. 85, черт. 798) или три раза (Таб. 85, черт. 799). Соединеніе ригеля и болта съ главною стропильною ногою производится по чертежу 800 на таб. 85.

Стропильную ферму для крыши съ пролетомъ въ 25′ представляетъ чертежъ 801 на таб. 85. При этой фермѣ деревянная затяжка замѣнена желѣзною. Для прочнаго скрѣпленія послѣдней съ нижними концами главныхъ стропильныхъ ногъ, рекомендуется чугунный башмакъ по чертежу 802 на таб. 85. Подкладкою для башмака служитъ тщательно обтесанный камень, поверхность котораго, для выравниванія едва замѣтныхъ неровностей, поливаютъ жидкимъ цементнымъ растворомъ. Если, по недостаточному сопротивленію камня, требуется передавать давленіе фермы на бóльшую площадь, то расширяется соотвѣтственно подошва башмака. Скрѣпленіе послѣдняго съ кладкою фронтовой стѣны желѣзными якорями становится необходимымъ только при высокихъ и крутыхъ крышахъ, при которыхъ приходится опасаться опрокинутія ихъ отъ напора вѣтра, и при открытыхъ крышахъ, при которыхъ слѣдуетъ опасаться напора вѣтра снизу.

Желѣзная затяжка подвѣшивается въ серединѣ посредствомъ болта или струны къ коньковому башмаку и снабжается приспособленіемъ для натягиванія, состоящимъ обыкновенно изъ муфты, въ которую входятъ концы затяжки съ обратными винтовыми нарѣзками (Таб. 85, черт. 803). Такая муфта вращается рычагомъ или ключомъ. Въ послѣднемъ случаѣ поверхность муфты обдѣлана плоскими гранями (Таб. 109, черт. 1041).

При стропильной фермѣ, изображенной на чертежѣ 804 на таб. 85, стропильныя ноги поддержаны ригелемъ, упирающимся въ серединѣ въ двѣ накладки изъ котельнаго желѣза, служащія для соединенія струнъ и болта (Таб. 85, черт. 805).

Струны и подвѣсной болтъ снабжены проушинами и вставлены между накладками. Прикрѣпленіе частей производится болтами.

Чертежъ 806 на таб. 85 показываетъ соединеніе струны съ нижними концами главныхъ стропильныхъ ногъ. Стропильныя фермы по чертежу 804 на таб. 85 могутъ быть примѣняемы для пролета въ 32′. Чертежъ 807 на таб. 86 представляетъ стропильную ферму для пролета приблизительно въ 48′. Затяжка подвѣшена посредствомъ болтовъ и хомутовъ къ главнымъ стропильнымъ ногамъ.

На чертежѣ 808 на таб. 86 изображена стропильная ферма для пролета въ 50′, при которой главныя стропильныя ноги поддержаны подкосами и схватками. Схватки поддерживаются въ серединѣ чугунною подкладкою съ двойными ребрами, между которыми вставляются проушины струнъ (Таб. 86, черт. 809). Въ подкладкѣ оставлено отверстіе для болта, посредствомъ котораго она подвѣшивается къ коньковому башмаку, а нижніе концы подкосовъ помѣщаются между схватками.

Чертежъ 810 на таб. 86 показываетъ стропильную ферму для пролета въ 60′, устроенную по *треугольной системѣ*. Такія фермы называются также *подвѣсными стропилами*. Стропильныя ноги этой фермы подпираются только подкосами, нижніе концы которыхъ упираются въ деревянную затяжку, подвѣшенную въ мѣстахъ опоры подкосовъ посредствомъ болтовъ къ главнымъ стропильнымъ ногамъ. Соединеніе среднихъ подкосовъ и болта съ затяжкою производится при помощи чугуннаго башмака по чертежу 811 на таб. 86 и промежуточныхъ подкосовъ по чертежу 812 на таб. 86. Продольная связь крыши производится діагональными желѣзными тягами круглаго сѣченія, впускаемыми, въ точкѣ пересѣченія ихъ, въ особое кольцо и удерживаемыми въ немъ гайками, служащими одновременно для натягиванія тягъ.

Всѣ эти стропильныя фермы располагаются на разстояніи другъ отъ друга не больше 11′.

Обширное примѣненіе находятъ стропильныя фермы, устроенныя по системѣ *Полонсо*, назы-

ваемой также растяжною, французскою или бельгійскою системою.

Каждая изъ обѣихъ стропильныхъ ногъ фермы Полонсо представляетъ шпренгель, состоящій изъ ноги cd, подкоса c и двухъ струнъ ef и fd (Таб. 87, черт. 813). Эти шпренгеля соединяются затяжкою ff. Стропильныя ноги подвержены сжатію и изгибу, подкосы сжатію, а струны и затяжки растяженію.

Ферма, представленная на чертежѣ 813 на таб. 87, можетъ быть устраиваема для пролета въ 42′. При большей длинѣ стропильной ноги необходимо большее число подкосовъ. Въ такомъ случаѣ примѣняется трехподкосная система Полонсо (Таб. 87, черт. 814). На чертежѣ 814 на габ. 87 показано также устройство фонаря, служащаго для вентиляціи или освѣщенія внутренняго пространства подъ крышею. Нижніе концы ногъ соединяются со струнами по прежнему при помощи чугуннаго башмака, а верхніе концы соединяются между собою также помощью башмака, внизу котораго помѣщены одно (Таб. 87, черт. 815), два (Таб. 87, черт. 816) или три ушка (Таб. 87, черт. 817), служащія для прикрѣпленія струнъ и, въ данномъ случаѣ, для прикрѣпленія подвѣснаго болта.

Соединеніе струнъ между собою, съ подкосомъ и затяжкою производится помощью двойныхъ накладокъ изъ котельнаго желѣза, между которыми вставляются проушины струнъ, затяжки и подкоса (Таб. 87, черт. 818). Среднія линіи всѣхъ этихъ частей должны пересѣкаться въ одной точкѣ, иначе онѣ подвергаются изгибающему усилію; однако, для упрощенія конструкціи, допускаются иногда небольшія отступленія отъ этого правила.

Подкосы имѣютъ круглое или крестовое сѣченіе и отливаются изъ чугуна.

Сопряженіе подкосовъ со стропильною ногою производится при помощи особой опорной плиты (Таб. 87, черт. 819) или посредствомъ вилкообразнаго верхняго конца подкоса (Таб. 87, черт. 820).

Всѣ струны и затяжка снабжаются муфтами, для натягиванія ихъ.

Стропильныя фермы для зубчатыхъ крышъ по треугольной или подвѣсной системѣ и по системѣ Полонсо изображены на чертежахъ 821 на таб. 87 и 822 и на таб. 88. Устройство желоба послѣдней крыши представлено на чертежѣ 822 а на таб. 88 и будетъ понятно безъ объясненія.

Глава V.

ЧАСТИ ЗДАНІЯ ИЗЪ ЧУГУНА И ЖЕЛѢЗА.

A. Отдѣльныя подпоры.

а. *Общія замѣчанія.* Отдѣльныя подпоры служатъ для подпиранія прогоновъ, балокъ и пятъ арокъ, если два или болѣе сходятся въ одну точку.

На подпоры дѣйствуютъ преимущественно вертикальныя силы.

Если направленіе равнодѣйствующей вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на подпору и представляющихъ нагрузку ея, совпадаетъ съ осью подпоры, т.-е. если точка приложенія вертикальной равнодѣйствующей совпадаетъ съ центромъ тяжести поперечнаго сѣленія подпоры, то нагрузка ея называется центральной. Въ такомъ случаѣ подпоры подвергаются исключительно сжимающимъ усиліямъ. Но такъ-какъ въ большинствѣ случаевъ поперечные размѣры подпоръ въ отношеніи къ длинѣ ихъ бываютъ очень незначительны, то подпоры разсчитываются на простое сжятіе только при опредѣленныхъ условіяхъ, показанныхъ въ „Приложеніи", а вообще разсчетъ или производится на продольный изгибъ.

Но часто встрѣчается, что точка приложенія равнодѣйствующей вертикальныхъ силъ не совпадаетъ съ центромъ тяжести поперечнаго сѣченія подпоры, т.-е. нагрузка эксентрическая.

Отъ этого вида нагрузки могутъ происходить въ подпорѣ также растягивающія усилія, а, во всякомъ случаѣ, сжимающія усилія не будутъ распредѣлены равномѣрно по всему поперечному сѣченію подпоры. При такомъ положеніи дѣйствующихъ силъ подпоры разсчитывается на сложное усиліе, т.-е. на сжатіе и изгибъ.

Если на подпоры дѣйствуютъ, кромѣ вертикальныхъ, еще наклонныя силы, то въ предыдущемъ

упомянутыя обстоятельства въ еще высшей степени обнаруживаются и при разсчетѣ такихъ подпоръ поступаютъ только что показаннымъ образомъ.

При дѣйствіи наклонныхъ и горизонтальныхъ силъ слѣдуетъ обратить особое вниманіе на достаточное сопротивленіе фундамента подпоры, съ которымъ база ея не рѣдко скрѣпляется анкерными плитами и болтами.

б. *Матеріалъ подпоръ.* Металическія подпоры отливаются изъ чугуна или составляются изъ фасоннаго желѣза, прокатаннаго почти исключительно изъ литого желѣза.

Примѣненіе чугунныхъ колоннъ въ настоящее время оправдывается только въ такомъ случаѣ, если по какимъ-либо причинамъ требуются для нихъ сложныя формы, которыя при отливкѣ изъ чугуна легче достигаются, чѣмъ при составленіи подпоръ изъ желѣза, и если не слѣдуетъ опасаться растягивающихъ усилій, которымъ чугунъ очень плохо сопротивляется.

Главные недостатки чугунныхъ колоннъ заключаются въ томъ, что при отливкѣ ихъ часто образуются пуызри и трещины, что выходитъ неравномѣрная толщина стѣнокъ въ томъ же самомъ поперечномъ сѣченіи колонны и что легко могутъ происходить вредныя напряженія.

Все это въ опасной мѣрѣ можетъ ослаблять сопротивленіе колоннъ изъ чугуна.

Вредному вліянію слишкомъ сильнаго нагрѣванія на сопротивленіе ихъ — какъ напримѣръ при пожарѣ — чугунныя и желѣзныя подпоры равнымъ образомъ подвергаются, но чугунныя въ нагрѣтомъ состояніи бываютъ чувствительнѣе противъ обрызгиванія холодной водой, чѣмъ желѣзныя, и при этомъ легко растрескиваются.

Наконецъ чугунныя подпоры почти всегда дороже обходятся, чѣмъ желѣзныя.

Въ виду этихъ недостатковъ, чугунныя колонны въ настоящее время въ значительной мѣрѣ выходятъ изъ употребленія, особенно при возведеніи фабрикъ и заводовъ, гдѣ не требуются архитектурныя украшенія.

Желѣзныя подпоры свободны отъ выше указанныхъ недостатковъ; онѣ равнымъ образомъ сопротивляются сжимающимъ и растягивающимъ условіямъ и поэтому безусловно устройство ихъ рекомендуется во всѣхв тѣхъ случаяхъ, гдѣ нагрузка подпоръ эксцентрическая.

Значительную выгоду доставляютъ желѣзныя подпоры еще тѣмъ, что онѣ допускаютъ очень удобное присоединеніе подпираемыхъ прогоновъ, балокъ, подшипниковъ для валовъ и т. п. и очень хорошо выдерживаютъ неизбѣжныя въ фабрикахъ и заводахъ сотрясенія.

Замѣтимъ, что, по недостаточной безопасности отъ пожара, чугунныя какъ и желѣзныя подпоры должны быть одѣты кожухомъ изъ матеріала, дурно проводящаго теплоту. Это требуется особенно тогда, если подпоры расположены въ помѣщеніяхъ, въ которыхъ находятся много людей или складываются сгораемыя вещества.

в. *Размѣры подпоръ.* Опредѣленіе размѣровъ поперечнаго сѣченія подпоръ для разныхъ случаевъ нагрузки производится разсчетомъ на оснонаніи законовъ строительной механики, какъ это показано въ „Приложеніи".

г. *Подпоры или колонны изъ чугуна. а. общія замѣчанія.* При проектированіи чугунныхъ колоннъ слѣдуетъ обратить вниманіе прежде всего на то, чтобы поперечное сѣченіе стержня колонны по всему его протяженію было одинаковой величины или стержень оказывалъ только незначительное утоненіе кверху. Отъ этого правила нерѣдко отклоняются при снабженіи колоннъ архитектурными украшеніями, встрѣчающимися не только у капители и базы, но также у стержня.

Вслѣдствіе неравной толщины стѣнокъ, колонны послѣ отливки неравномѣрно охлаждаются, отъ чего происходятъ въ нихъ вредныя напряженія, величину которыхъ нельзя опредѣлить.

Въ виду этого рекомендуется, лучше отливать колонны съ гладкой поверхностью и дѣлать архитектурныя украшенія колоннъ въ видѣ одежды изъ художественной отливки изъ чугуна, бронзы или цинка, между тѣмъ какъ величина поперечнаго сѣченія по всей длинѣ его остается неизмѣнной.

Во избѣжаніе вредныхъ напряженій при колоннахъ значительной величены стержень, капитель и база отливаются отдѣльно.

Чугунныя колонны должны быть отливаемы въ стоячемъ положеніи; иначе при отливкѣ легко могутъ происходить — особенно при длинныхъ и одновременно тонкихъ колоннахъ — измѣненія формы и неравномѣрная толщина стѣнокъ.

Это особенно опасно потому, что неровность больше всего въ серединѣ длины колонны, т.-е. въ самомъ опасномъ поперечномъ сѣченіи колонны

относительно сопротивленія ея продольному изгибу.

b. *Форма поперечнаго сѣченія.* Наиболѣе употребительную форму поперечнаго сѣченія подпоръ или колоннъ изъ чугуна представляетъ кольцевое или трубчатое. Иногда встрѣчаются квадратное, восьмиугольное, крестообразное, двутавровое поперечныя сѣченія и еще другія, предназначенныя, по особой ихъ формѣ, для опредѣленныхъ цѣлей и показанныя въ таблицѣ 20 „Приложенія".

Толщина стѣнокъ чугунныхъ колоннъ дѣлается не меньше 10 mm и при кольцевомъ поперечномъ сѣченіи обыкновенно принимается въ 1,2 до 3,5 cm ($1^1/_2$" до $1^1/_3$"), а при квадратномъ — въ 1 до 7 cm (5‴ до $1^1/_8$"). Внѣшній поперечникъ кольцевого и сторона квадратнаго поперечнаго сѣченія дѣлается отъ 10 до 40 cm (4" до 16").

c. *Составныя части колонны.* При чугунной колоннѣ различаютъ три главныхъ части: нижнюю, среднюю и верхнюю. Названія этихъ частей тѣ-же самыя, какъ и названія частей каменной колонны; т.-е. нижняя часть называется базою или основаніемъ, средняя — стержнемъ или стволомъ и верхняя капителью.

База. Въ большинствѣ случаевъ чугунныя колонны упираются въ фундаментъ, матеріалъ котораго обладаетъ меньшимъ сопротивленіемъ, чѣмъ чугунъ. Въ виду этого для распредѣленія давленія колонны на бо́льшую площадь фундамента — необходимо уширеніе базы противъ стержня.

Простое уширеніе базы въ видѣ цилиндра (Таб. 88, черт. 829) почти никогда не оказывается достаточнымъ для передачи нагрузки колонны на фундаментъ изъ камня или кирпичной кладки; можетъ быть тогда, если по какимъ-либо причинамъ поперечникъ колонны гораздо больше, чѣмъ это требуется нагрузкой, такъ-что сжимающія усилія, передающіяся кольцевымъ поперечнымъ сѣченіемъ колонны на фундаментъ ея не превосходятъ допускаемыхъ.

Для передачи нагрузки колонны на фундаментъ почти всегда необходима опорная плита обыкновенно квадратной рѣдко круглой формы. Такая база называется также башмакомъ или подушкой.

Размѣры башмака или подушки опредѣляются разсчетомъ (см. Приложеніе); они зависятъ отъ величины нагрузки колонны и сопротивленія фундамента ея. Чѣмъ больше нагрузка колонны и чѣмъ меньше сопротивленіе фундамента, тѣмъ больше приходится дѣлать ширину опорной плиты.

Чтобы получить по возможности меньшую опорную плиту, располагаютъ между фундаментной кладкой и базой колонны тесанный камень изъ песчаника или гранита или устраиваютъ фундаментъ изъ клинкера на цементномъ растворѣ. Обыкновенная кирпичная кладка на известковомъ растворѣ не обладаетъ для этой цѣли достаточнымъ сопротивленіемъ.

Допускаемыя давленія можно принимать
для кладки изъ клинкера на цементномъ растворѣ . . . . . . въ 14 kg/cm² ($5,6 \frac{\text{пуд.}}{\text{дюйм.}^2}$)
для тесаннаго камня изъ песчаника . . въ 20 kg/cm² ($8 \frac{\text{пуд.}}{\text{дюйм.}^2}$)
для тесаннаго камня изъ граниты . . . въ 45 kg/cm² ($18 \frac{\text{пуд.}}{\text{дюйм.}^2}$)

Кладка, находящаяся непосредствомъ подъ тесаннымъ камнемъ изъ песчаника или гранита, лучше всего производится изъ клинкера на цементномъ растворѣ.

Поперечное сѣченіе каменныхъ фундаментныхъ столбовъ дѣлается на 6 до 10 cm ($2^1/_2$" до 4") шире, чѣмъ опорную плиту колонны.

Кромки верхняго конца фундаментныхъ столбовъ скашиваются, чтобы онѣ не откалывались.

Для выравниванія неровностей верхней поверхности фундамента и равномѣрнаго распредѣленія давленія, производимаго колонной на фундаментъ, прокладываютъ между послѣднимъ и опорной плитой колонны свинцовый листъ.

Слой цементнаго раствора, часто употребляемый для этой цѣли, долженъ имѣть по крайней мѣрѣ такую толщину, чтобы онъ могъ сопротивляться раздробленію, т.-е. толщину въ $^1/_2$" до $^3/_4$."

Въ большинствѣ случаевъ, встрѣчающихся въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ, чугунныя колонны въ анкерномъ скрѣпленіи съ фундаментомъ не нуждаются и, для предохраненія базы колонны отъ бокового сдвиженія, оказываются достаточными перекрестныя ребра, прилитыя къ нижней поверхности опорной плиты (Таб. 88, черт. 830 и таб. 89, черт. 1). Эти ребра впускаются въ соотвѣтственныя углубленія фундамента, при чемъ неровности выравниваются цементнымъ растворомъ.

Иногда, для защиты колонны отъ сдвиженія, впускается опорная плита въ выдолбленное углу-

бленіе фундаментнаго камня (Таб. 89, черт. 2) или закладываютъ въ фундаментѣ желѣзный шипъ a, проходящій черезъ опорную плиту башмака и препятствующій такимъ образомъ сдвиженію колонны (Таб. 89, черт. 3, 5, 6, 7 и 10).

Замѣнъ простого шипа болтомъ съ заершенной поверхностью и винтовыми нарѣзами, какъ это показано на таблицѣ 88, черт. 823 и 825, представляетъ излишнее усложненіе конструкціи. Если въ самомъ дѣлѣ слѣдуетъ опасаться бокового сдвиженія колоннъ, какъ напримѣръ въ фабричныхъ или заводскихъ зданіяхъ, гдѣ онѣ, вслѣдствіе подвижной нагрузки, часто подвергаются сильнымъ сотрясеніямъ, тогда также болты выше описаннаго вида оказываются недостаточными и скрѣпленіе базы колоннъ съ фундаментомъ должно производиться при помощи настоящихъ анкерныхъ болтовъ (Таб. 88, черт. 827). Такое скрѣпленіе необходимо и въ такомъ случаѣ, если не исключена возможность бокового сдвиженія или даже оторванія колоннъ отъ фундамента вслѣдствіе дѣйствія вѣтра на сооруженіе, поддержанное колоннами, и вообще вездѣ тамъ, гдѣ на колонну дѣйствуетъ значительный изгибающій моментъ.

Опорная плита башмака или подушки колонны, прикрѣпленная къ фундаменту при помощи анкерныхъ болтовъ, называется анкерной плитой.

Только при колоннахъ незначительныхъ размѣровъ допускается база изъ простой опорной плиты, часто отлиты вмѣстѣ со стержнемъ (Таб. 89, черт. 2). Уширеніе нижней части стержня представляетъ только архитектурное украшеніе и бываетъ для сопротивленія колоннъ безъ значенія.

Если это уширеніе значительно противъ стержня, то располагаютъ внутри его усиливающія ребра b (Таб. 89, черт. 4 и 7).

При бо́льшихъ колоннахъ связывается опорная плита со стержнемъ внѣшними ребрами (Таб. 89, черт. 3 и др.), имѣющими цѣлью, предохранять опорную плиту отъ излома.

Рекомендуется усиленіе опорной плиты такими ребрами тогда, если толщина ея выходитъ изъ разсчета больше 5 до 6 cm (2″ до 2″$\frac{1}{4}$″).

Число реберъ составляетъ 4 или 8, смотря по размѣрамъ опорной плиты. Если послѣдняя имѣетъ круглую форму, то можно располагать также 6 реберъ.

Во избѣжаніе вредныхъ напряженій, которыя при охлажденіи колоннъ послѣ отливки легко могутъ возникать въ стѣнкахъ ихъ, при большихъ колоннахъ непремѣнно слѣдуетъ отливать базу и капитель отдѣльно отъ стержня.

При небольшихъ колоннахъ можно допускать отливку базы и капители вмѣстѣ со стержнемъ.

На таблицѣ 88, черт. 823, 824 и 830 и на таблицѣ 89, черт. 5 до 7 показанъ способъ соединенія стержня съ базой. Поверхности соприкосновенія базы и стержня точно и тщательно приправляются или располагается между ними прокладка изъ свинца или красной мѣди толщиной отъ 3 до 5 mm.

Боковому сдвиженію стержня съ базы препятствуется приливной муфтой длиной въ 5 до 10 cm (2″ до 4″), образующей часть стержня (Таб. 89, черт. 7, или часть базы (Таб. 89 черт. 6).

На таблицѣ 89 черт. 10 показана база, украшенія которой произведены изъ художественной отливки.

Для центральной передачи давленія колонны на фундаментъ рекомендуется также база съ шарниромъ съ шаровой (Таб. 89, черт. 8, 11, 12 и 14) или цилиндрической поверхностью (Таб. 89, черт. 13 a и b). Въ первомъ случаѣ колонна можетъ качаться во всѣ стороны, а во второмъ только по направленію поддержанной ею балки. Между стержнемъ и подушкой качающихся колоннъ долженъ остаться зазоръ достаточной величины для свободнаго движенія колонны.

Качающіяся колонны замѣняютъ иногда также подвижную опору поддержанной ею балки, если послѣдняя привинчена къ капители колонны.

Если чугунныя колонны упираются въ желѣзныя балки, то, по значительному сопротивленію желѣза сжатію, въ широкихъ размѣрахъ опорной плиты не нуждаются. Размѣры ея опредѣляются такъ, чтобы края нижней поверхности могли нѣсколько выступать, чѣмъ препятствуется боковому сдвиженію колонны. Для этой цѣли располагаютъ кромѣ того еще болты (Таб. 89, черт. 14 и 15).

Широкія подушки колоннъ съ усиливающими ребрами представляютъ нѣкоторое неудобство и поэтому часто опускаются подъ поломъ.

Стержень или стволъ. Стержень или стволъ чугунной колонны имѣетъ, по всей длинѣ ея, поперечникъ равной величины или нѣсколько утоняется кверху.

Поверхность стержня при маловажныхъ строеніяхъ обыкновенно остается гладкимъ, но, гдѣ

колонны должны удовлетворять также эстетическимъ требованіямъ, поверхность стержня ихъ часто снабжается канелюрами.

Колонны большей длины, чѣмъ въ 8 m (26′), не отливаются и длина въ 5,5 m (18′) уже представляетъ значительную величину относительно удобной отливки такихъ колоннъ. При этомъ капитель, стрежень и база непремѣнно должны быть отливаемы отдѣльно. Если требуется колонна большей длины, то стержень ея составляется изъ нѣсколькихъ частей.

Но при подпорахъ столь значительной длины, также при центральной нагрузкѣ ихъ, рекомендуется устройство ихъ изъ фасоннаго желѣза, гораздо лучше сопротивляющаго растягивающимъ усиліямъ, какія легко могутъ происходить отъ случайнаго измѣненія точки приложенія нагрузки.

При опредѣленіи размѣровъ чугунныхъ колоннъ можно руководствоваться слѣдующими опытными данными по Демпси.

Если черезъ d обозначается нижній поперечникъ колонны и черезъ l высота ея, то можно принимать:

для фабричныхъ и заводскихъ зданій съ нагрузкой тяжелыми машинами, при сильныхъ сотрясеніяхъ . . . . $\frac{l}{d} = 10$,

для такихъ же зданій съ нагрузкой болѣе легкими машинами и для амбаровъ . . . . $\frac{l}{d} = 12$,

для общественныхъ зданій . . . . . . $\frac{l}{d} = 15$,

для жилыхъ зданій. . . . . $\frac{l}{d} = 20$.

При предположеніи утоненія колонны кверху въ $^1/_{100}$ ея длины и выше указанныхъ отношеній между нижнимъ поперечникомъ и длиной ея, верхній поперечникъ выходитъ соотвѣтственно въ 0,8 0,85 0,88 и 0,9 нижняго поперечника.

Толщина стѣнокъ колоннъ опредѣляется разсчетомъ по „Приложенію“.

К а п и т е л ь. Капитель представляетъ верхнюю часть колонны, непосредственно принимающую нагрузку прогонами, балками или началами каменныхъ арокъ.

Капители колоннъ часто болѣе или менѣе богато украшиваются, смотря по степени важности и монументальности зданія, для котораго колонны предназначены.

Отъ формы и величины подпираемой колонною части зависитъ также форма и величина капители колонны.

При устройствѣ капители слѣдуетъ удовлетворять слѣдующимъ условіямъ.

Капитель должна доставлять подпираемой колонною части надежную опору, при чемъ по возможности должна обезпечиваться центральная передача давленія на стержень колонны. Это необходимо для того, чтобы получить равномѣрное распредѣденіе напряженій по всему поперечному сѣченію стержня. Наконецъ приходится избѣгать значительно выдающихся консолей, верхняя поверхность которыхъ представляетъ опору подпираемой балки.

Если такія консоли неизбѣжны, то рекомендуется, скашивать кромки ихъ или давать всей капительной плитѣ выпуклость кверху съ радіусомъ въ 2,5 до 3 m (8′ — 10′) (Таб. 89, черт. 16 a и b).

Такимъ образомъ предохраняются передніе края верхней поверхности консолей отъ соприкосновенія съ подпертыми ими балками, при прогибѣ послѣднихъ. Отъ такого соприкосновенія легко можетъ происходить сломка консолей. Такою выпуклостью капители опезпечивается также неизмѣнное положеніе точки приложенія опорнаго давленія подпертой балки и вмѣстѣ съ тѣмъ и центральность передачи силъ.

Капители небольшихъ размѣровъ отливаются обыкновенно сплошно и полно вмѣстѣ со стержнемъ и базой; но, если капители имѣютъ большіе размѣры и, поэтому, значительно выдаются, то онѣ усиливаются радіально расположенными внутренними приливными ребрами (Таб. 89, черт. 17 a и b) или капительная плита поддерживается внѣшними ребрами (Таб. 89, черт. 16 и 19).

Капительная плита, какъ уже сказано было, для центральной передачи давленія нагрузки на стержень снабжается выпуклостью (Таб. 89, черт. 16 a и b и черт. 18 a и b); но если въ этой плитѣ находится отверстіе, то располагаютъ между балкой и капителъю особую отдѣльную плиту съ выпуклостью (Таб. 89, черт. 17 a и b и черт. 19 a и b).

Иногда впускается въ стержень колонны особая желѣзная подушка съ выпуклостью (Таб. 89, черт. 20).

При такъ-называемыхъ качающихся колоннахъ или пенделяхъ давленіе передается цен-

трально на стержень колонны при помощи шарового шарнира (Таб. 89, черт. 21, 22 и 23).

При этомъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы зазоръ между подушкой балки и капителью не сдѣлался слишкомъ малымъ; иначе препятствуется вращенію подушки балки около шарнира.

Если обстоятельства это допускаютъ, то, лучше всего, даютъ балкамъ надъ колоннами неподвижную опору. Для этой цѣли не надобно, привинчивать балки къ капительной плитѣ; уже оказывается достаточнымъ, предохранять балки отъ сдвиженія простыми болтами (Таб. 89, черт. 16, 18 и 19). Боковому сдвиженію препятствуется, кромѣ тото, еще приливными ребрами или выступающими кверху краями капительной плиты.

Капительная плита обыкновенно дѣлается равной толщины съ опорной плитой базы колонны.

Если капительная плита отлита отдѣльно, то при составленіи ея со стержнемъ между обѣими частями располагаютъ свинцовыя или мѣдныя прокладки или поверхности соприкосновенія обѣихъ частей точно и тщательно приправляются.

Отдѣльно отлитая капитель соединяется со стержнемъ помощью приливной муфты (Таб. 89, черт. 18 и 23), точно такъ, какъ при соединеніи базы со стержнемъ.

Подпружныя арки, сходящіяся въ одну точку, нерѣдко подпираются чугунными колоннами. Начала арокъ упираются въ такомъ случаѣ въ особую часть, расположенную надъ капителью и вытесанную изъ камня (Таб. 90, черт. 833) или отлитую изъ чугуна и привинченную къ капительной плитѣ (Таб. 90, черт. 834—836).

Если чугунныя колонны поддерживаютъ деревянныя прогоны или балки, то нерѣдко располагаютъ подъ послѣдними чугунныя подбалки, обдѣланныя въ видѣ кронштейна (Таб. 90, черт. 832).

Колонны, проходящія черезъ нѣсколько этажей. Если чугунныя колонны проходятъ черезъ нѣсколько этажей, то можно устанавливать ихъ въ отдѣльныхъ этажахъ совершенно независимо другъ надъ другомъ безъ промежуточныхъ частей (Таб. 89, черт. 15). При этомъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы оси колоннъ совпадали. Верхняя колонна упирается въ такомъ случаѣ въ прогонъ, поддержанный нижней колонной. Между верхней колонной и прогономъ прокладываютъ свинцовый или мѣдный листъ. Но, не смотря на то, слѣдуетъ опасаться неравномѣрнаго распредѣленія давленія на нижнюю колонну. Поэтому, если примѣняютъ настоящій способъ установки проходящихъ колоннъ, то рекомендуется, располагать у базы верхней колонны шаровой шарниръ, центрально передающій давленіе (Таб. 89, черт. 24).

Чаще всего верхняя и нижняя колонны непосредственно соединяются между собою при помощи удлиненной кверху капители нижней колонны и приливной муфты (Таб. 91, черт. 1 a и b); или верхняя колонна привинчивается къ удлиненной капители нижней колонны (Таб. 90, черт. 842); или встявляется между верхней и нижней колонной особая промежуточная часть (Таб. 91, черт. 2 a, b и c и 3 a и b и таб. 92, черт. 845—848).

Поверхности соприкосновенія соединяемыхъ частей и въ этомъ случаѣ, какъ при соединеніи отдѣльно отлитаго стержня съ базой и капителью, должны быть тщательно и точно приправлены, или прокладываютъ между ними свинцовый или мѣдный листъ толщиной въ 3 до 5 mm.

Во избѣжаніе выжиманія свинца изъ шва, вмѣсто приливной муфты, можно снабжать верхній край удлиненія капители нижней колоны пазомъ, въ который входитъ нижній край базы верхней колонны. Передъ установкой верхней колонны кладутъ въ пазъ два куска свинца и, принесши верхнюю колонну въ вертикальное и центральное положеніе относительно нижней колонны, заливаютъ пазъ свинцомъ.

Промежуточная часть устроена иногда такъ, чтобы прогоны или балки могли проходить сквозь нее безъ прекращенія (Таб. 91, черт. 2 a—c).

Если прогоны или балки прекращаются у стыка проходящихъ колоннъ, то они упираются въ консоли, какъ это видно на таблицѣ 91, черт. 1 a и b и еще на другихъ чертежахъ.

Передній край консольной плиты предохраняютъ отъ соприкосновенія съ прогономъ или балкой, въ случаѣ прогиба ихъ, придавая этой плитѣ соотвѣтственный наклонъ или прокладывая между ней и прогономъ или балкой желѣзный листъ толщиною въ 3 mm. Это очень желательно, такъ-какъ въ другомъ случаѣ передняя часть консольной плиты подвергается слишкомъ значительному усилію.

Отъ сдвиженія съ мѣста прогоны или балки предохраняются скрѣпленіемъ съ колоннами посредствомъ приливныхъ къ послѣднимъ накладокъ (Таб. 91, черт. 4 a и b); или прекращенные про-

гоны или балки соединяются для этой цѣли накладками, проходящимм черезъ отверстіе въ колоннѣ (Таб. 92, черт. 842) или охватывающими ее (Таб. 91, черт. 1 a и b, таб. 90, черт. 839—841 и таб. 92, черт. 851). Рѣдко прогоны или балки прикрѣпляются къ колоннѣ уголками, привинченными къ ней (Таб. 91, черт. 5 a и b).

Двойные прогоны или балки могутъ проходить безъ прекращенія у стыка колоннъ съ обѣихъ сторонъ ихъ. Для обезпечиванія ихъ положенія двойные прогоны или балки соединяются между собою у колонны болтами и, если у колонны находится стыкъ ихъ, то еще необходимы накладки (Таб. 92, черт. 849).

Во избѣжаніе широкихъ консолей пояса двутавровыхъ балокъ соотвѣтственно могутъ быть обрѣзываемы, чѣмъ получается возможность, укладывать балки стѣнкой непосредственно у колонны (Таб. 91, черт. 6 a и b).

На предыдущемъ чертежѣ показано, какимъ образомъ балки упираются въ цилиндрическую часть съ консолями, надѣтую на удлиненную кверху капитель.

Если колонны, проходящія черезъ нѣсколько этажей, поддерживаютъ подпружныя арки, то можно производить конструкцію ихъ у мѣста прохожденія по чертежамъ 837 и 838 на таблицѣ 90 и по чертежамъ 7 a и b и 8 a и b на таблицѣ 91.

d. *Подпоры изъ желѣза.* a. Общія замѣчанія. Подпоры устраиваются изъ желѣза преимущественно тамъ, гдѣ онѣ должны сопротивляться также растягивающимъ усиліямъ. Послѣднія вызываются нерѣдко односторонней нагрузкой, передаваемой на стержень подпоры обыкновенно частями, приклепанными къ нему. Въ виду этого слѣдуетъ, при выборѣ формы профилей и взаимнаго положенія ихъ, обратить вниманіе на то, чтобы прикрѣпленіе выше упомянутыхъ частей было по возможности удобнѣе.

Относительно выгодъ, которыя доставляютъ желѣзныя подпоры, указываемъ на уже раньше сказанное.

b. **Форма поперечнаго сѣченія.** Такъ-какъ желѣзныя подпоры составляются изъ фасоннаго желѣза, то форма поперечнаго сѣченія ихъ весьма разнообразная. На таблицѣ 92, черт. 852—862 показаны формы поперечнаго сѣченія трубчатаго, двутавроваго и крестообразнаго вида. Кромѣ того встрѣчаются еще многочисленныя болѣе или менѣе сложныя формы, которыя зависятъ отъ опредѣленныхъ условій относительно положенія и формы нагрузки подпоръ.

Часто оставляютъ между отдѣльными частями желѣзныхъ подпоръ промежутокъ и прокладываютъ между ними желѣзные соединительные листы разнаго вида, служащіе, смотря по обстоятельствамъ, для присоединенія различныхъ частей.

Квадрантное желѣзо (Таб. 92, черт. 852), по удобной его формы и равенству моментовъ инерціи относительно главныхъ осей поперечнаго сѣченія, если составляется подпора изъ четырехъ штукъ, заслуживаетъ особаго вниманія строителей.

Другія формы поперечнаго сѣченія получаютъ, располагая отдѣльныя части стержня въ болѣе или менѣе далекомъ разстояніи другъ отъ друга и соединяя ихъ между собою рѣшеткой изъ полосового желѣза. Такія формы поперечнаго сѣченія встрѣчаются преимущественно при подпорахъ, которыя предназначены для принятія нагрузки особой формы и должны обладать моментомъ инерціи особо значительной величины.

c. Составныя части подпоръ изъ желѣза. При желѣзныхъ подпорахъ также можно различать базу, стержень и капитель.

База. База можетъ отливаться отдѣльно изъ чугуна съ ребрами (Таб. 93, черт. 863—865) или безъ нихъ (Таб. 93, черт. 867); въ послѣднемъ случаѣ башмакъ дѣлается толще.

Обыкновенно база устраивается изъ треугольныхъ желѣзныхъ листовъ и уголковъ, какъ это показано на таблицѣ 93, черт. 871 и 872.

Скрѣпленіе базы съ фундаментомъ въ большинствѣ случаевъ оказывается излишнимъ; поэтому анкерные болты, показанные на вышеупомянутыхъ чертежахъ, обыкновенно пропускаются.

На таблицѣ 93, черт. 874 представлена база для подпоры изъ простого двутавроваго желѣза, устроенная также изъ желѣзныхъ листовъ и уголковъ.

Если подпоры имѣютъ другія формы поперечнаго сѣченія, то выше указанный способъ устройства базы остается неизмѣннымъ.

Если база и капитель отлиты изъ чугуна, то обѣ части соединяются между собою болтомъ (Таб. 93, черт. 864), или каждая изъ нихъ отдѣльно скрѣпляется со стержнемъ при помощи короткаго болта a и проложеннаго между отдѣль-

ными квадрантными желѣзами листа b (Таб. 93, черт. 866 и 867).

Чугунныя база и капитель нѣсколько впускаются въ стержень подпоры.

Стержень. Стержень желѣзныхъ подпоръ составляется, какъ уже сказано было, изъ фасоннаго желѣза. При этомъ отдѣльныя части стержня вплоть прилегаютъ другъ къ другу и соединяются между собою заклепками, разстояніе которыхъ принимается въ 15 до 20 cm (6″ до 8″); или между отдѣльными частями стержня оставляется промежутокъ и между ними различнымъ образомъ прокладываются желѣзные листы или полосы, свинчиваемые или склепываемые съ полками фасоннаго желѣза; или, наконецъ, отдѣльныя части стержня связываются между собою рѣшеткой изъ полосового желѣза. Послѣдній способъ соединенія примѣняется только тогда, если отдѣльныя части стержня расположены на болѣе или менѣе далекомъ разстояніи другъ отъ друга.

На таблицѣ 93, черт. 873 показана подпора, стержень которой составленъ изъ духъ двутавровыхъ желѣзъ, соединенныхъ между собою листами, которые приклепаны снаружи къ двутавровымъ желѣзамъ. Этотъ способъ соединенія рекомендуется для подобныхъ случаевъ.

При составленіи стержня подпоръ изъ фасоннаго желѣза непремѣнно надо обратить особое вниманіе на удобство склепыванія отдѣльныхъ частей его.

Капитель. Капитель желѣзныхъ подпоръ, какъ выше показано было, отливается изъ чугуна или составляется изъ треугольныхъ листовъ и уголковъ въ видѣ консолей точно такъ, какъ база, но въ обратномъ положеніи.

При желѣзныхъ подпорахъ съ капителью и базой изъ чугуна допускается только центральная нагрузка. Если на желѣзныя подпоры, кромѣ центральной нагрузки, дѣйствуетъ еще изгибающій моментъ, то непремѣнно слѣдуетъ устраивать капитель и базу также изъ желѣза и крѣпко соединять ихъ со стержнемъ.

Желѣзныя подпоры, проходящія черезъ нѣсколько этажей. При желѣзныхъ подпорахъ, проходящихъ черезъ нѣсколько этажей, база, капитель и стыки дѣлаются изъ чугуна (Таб. 91, черт. 9 a b и табл. 93, черт. 868—870) или такія подпоры устраиваются цѣликомъ изъ желѣза (Таб. 91, черт. 10 a и b).

Такъ-какъ къ желѣзнымъ подпорамъ прогоны или балки обыкновенно неподвижно присоединены заклепками, чѣмъ препятствуется прогибу прогоновъ или балокъ, то подпоры не рѣдко принуждены, принимать значительные изгибающіе моменты.

Если оказывается возможнымъ, избѣгать такихъ соединеній, то лучше замѣняютъ ихъ таковыми, не вызывающими изгибающихъ моментовъ.

Если, напримѣръ, подпора состоитъ изъ двухъ [—желѣзъ, то можно между ними располагать для прогона или балки опору также изъ [—желѣза, на которое кладутъ еще выпуклую плиту для центральной передачи нагрузки (Таб. 91, черт. 11 a—d). Пояса двутавроваго прогона въ мѣстѣ прохода, по мѣрѣ надобности, обрѣзываются.

Если прогоны или балки расположены двойными, то они упираются въ консоли извѣстной формы (Таб. 91, черт. 10 a), или они присоединяются къ подпорамъ снаружи. При этомъ они могутъ упираться въ полки двухъ уголковъ и одновременно въ шарнирный болтъ (Таб. 91, черт. 12 a—c). Толщина стѣнокъ [—желѣзъ, изъ которыхъ подпора составлена, должна быть увеличиваема соотвѣтственно допускаемому сопротивленію желѣза смятію. Въ показанномъ случаѣ также слѣдуетъ обрѣзать у подпоры внутреннюю часть поясовъ двутавровыхъ прогоновъ или балокъ. При этой конструкціи полкамъ уголковъ, въ которыя упираются балки, можно давать выпуклость и этимъ также обезпечиваютъ центральную передачу нагрузки.

Б. Металлическія балки.

Въ прежнія времена наиболѣе употребительны были чугунныя балки, но, по ихъ значительнымъ недостаткамъ, почти совсѣмъ вышли изъ употребленія, и въ настоящее время чуть не исключительно предпочитаются желѣзныя балки. Поэтому будутъ разсматриваться только послѣднія.

a. *Желѣзныя балки.* Наиболѣе употребительныя желѣзныя балки бываютъ слѣдующія.

1) **Желѣзнодорожные рельсы.**
2) **Желѣзныя двутавровыя прокатныя балки.**
3) **Составныя желѣзныя балки,** состоящія изъ

отдѣльныхъ частей, соединенныхъ въ одно цѣлое заклепками.

1) **Желѣзнодорожные рельсы,** имѣющіе, какъ балки, назначеніе сопротивляться изгибающему усилію, обладаютъ невыгодною для этой цѣли профилью. Не смотря на это, при постройкахъ часто употребляютъ старые, подержанные рельсы, потому что во многихъ случаяхъ легче достать ихъ, чѣмъ двутавровыя прокатныя балки, которыя впрочемъ слѣдуетъ предпочитать во всѣхъ отношеніяхъ.

Въ настоящее время преимущественно встрѣчаются рельсы Виньоля, которые употребляются при постройкахъ въ одиночномъ (Таб. 93, черт. 875) или въ двойномъ видѣ (Таб. 93, черт. 876). Въ послѣднемъ случаѣ два рельса свинчены подошвами. Балки такого вида лучше избѣгаются, такъ-какъ онѣ часто оказывались недостаточно надежными. Высота рельсовъ составляетъ $4^1/_8''$, $4^5/_8''$ и $5^1/_8''$, ширина отъ $3^1/_2''$ до 4″, а длина употребляемыхъ для построекъ рельсовъ отъ 18′ до 21′.

Таблица для опредѣленія свободной длины желѣзнодорожныхъ рельсовъ.*)

Высота рельса	Нагрузка фунтъ на 1 кв. футъ	Разстояніе рельсовъ. 3′	4′	5′	6′	7′	8′
Одиночн. рельсъ $4^1/_8''$	113	11′ 2″	9′ 6″	8′ 6″			
	170	9′ 6″	8′ 2″	7′ 2″			
	226	7′ 10″	6′ 10″	5′ 10″			
$4^5/_8''$	113	12′ 5″	11′ 2″	9′ 10″	8′ 10″		
	170	10′ 6″	9′ 6″	8′ 2″	7′ 6″		
	226	8′ 10″	7′ 6″	6 10″	6′ 2″		
$5^1/_8''$	113	13′ 1″	11′ 6″	10′ 2″	9′ 2″		
	170	11′ 2″	9′ 10″	8′ 6″	7′ 10″		
	226	9′ 2″	8′ 2″	7′ 2″	6′ 7″		
Двойн. рельсъ $2\times4^1/_8''$	113	18′ 8″	16, 1″	14′ 5″	13 1″	12′ 2″	
	170	15′ 9″	13′ 9″	12′ 2″	11′ 2″	10′ 6″	
	226	13′ 1″	11′ 6″	10′ 2″	9′ 2″	8′ 6″	
$2\times4^5/_8''$	113	21′ 4″	18′	16′ 5″	15′ 1″	14′ 1″	13′ 1″
	170	18′ 4″	15′ 5″	14′ 1″	12′ 9″	11′ 10″	11′ 2″
	226	15′ 1″	12′ 9″	11′ 6″	10′ 6″	9′ 10″	9′ 2″
$2\times5^1/_8''$	113	23′ 7″	20′ 4″	18′ 4″	16′ 5″	15 5″	14′ 5″
	170	20′	17′ 4″	15′ 5″	14′ 1″	13′ 1″	12′ 5″
	226	16′ 5″	14′ 5″	12′ 9″	11′ 10″	10′ 10″	10′ 2″

*) См. „Приложеніе:“ Разсчетъ балокъ.

Цѣлесообразное примѣненіе при постройкахъ рельсы находятъ въ такихъ случаяхъ, если, при благопріятныхъ условіяхъ нагрузки, приходится сверху горизонтально ограничить оконныя или дверныя отверстія. Если свободная длина рельсовъ не болѣе $4^1/_2'$, то при двухъ- или трехъэтажныхъ зданіяхъ, для перекрытія отверстія, три рельса будутъ достаточны (Таб. 94, черт. 877). Концы рельсовъ задѣлываются длиною въ 1′ въ стѣнѣ. На фронтовой сторонѣ обыкновенно устраиваютъ перемычку шириною въ полкирпича, не нуждающуюся, при такихъ пролетахъ, въ особенной поддержкѣ и скрывающую рельсы.

Если пролетъ превосходитъ $4^1/_2'$, то разгрузная арка становится неизбѣжною. Чертежи 878 и 879 на таб. 94 представляютъ верхнее ограниченіе воротъ шириною въ 10′. Разгрузная арка дѣлается толщиною въ 1 или $1^1/_2$ кирпича, а кладка подъ нею производится въ обыкновенную перевязку. Если простѣнки не имѣютъ достаточной толщины, чтобы сопротивляться распору разгрузной арки, то должно заботиться о ихъ скрѣпленіи, производимомъ помощью обыкновенныхъ якорей, прикрѣпленныхъ къ шейкѣ рельсовъ.

При пролетахъ, не превосходящихъ 8′, верхнее ограниченіе отверстій можно производить, располагая перемычку непосредственно надъ рельсами (Таб. 94, черт. 880 и 881), одновременно служащими для скрѣпленія опоръ якорями.

Скрѣпленіе якорями производятъ, проще всего, такъ, какъ при деревянныхъ балкахъ, привинчивая двумя или тремя болтами къ шейкѣ рельсовъ желѣзную полосу, черезъ проушину которой просовываютъ засовъ; или полоса охватываетъ съ обѣихъ сторонъ шейку рельса и принимаетъ у передней закругленной части круглый или квадратный засовъ (Таб. 94, черт. 882 и 883).

Если среднія стѣны, поддерживающія потолочныя балки, должны упираться въ рельсы, то число послѣднихъ, при толщинѣ стѣны въ $1^1/_2$ кирпича, должно составлять два или лучше три. Эти рельсы должны быть подперты стойками на разстояніи отъ 6′ до 8′ другъ отъ друга.

При этомъ предполагается, что при нѣсколькихъ этажахъ вліяніе нагрузки верхнихъ этажей на балки, благодаря разгрузнымъ аркамъ, уничтожено, такъ-что балки должны сопротивляться только нагрузкѣ одного этажа. Чертежи 884 и 885 на таб. 94 представляютъ вертикальный разрѣзъ и

передній видъ такой конструкціи. Для соединенія обѣихъ смежныхъ колоннъ служитъ плита изъ котельнаго желѣза, прикрѣпленная къ подошвамъ рельсовъ заклепками.

Если такія двойныя колонны размѣщены сравнительно далеко одна отъ другой, то происходитъ то неудобство, что онѣ не образуютъ одного неподвижнаго цѣлаго и обыкновенно не равномѣрно сопротивляются дѣйствующимъ силамъ. Поэтому необходимо крѣпко соединить одну колонну съ другою, чтобы нагрузка, которая едва-ли можетъ дѣйствовать на одну колонну, передавалась также на другую. Проще всего, производится соединеніе при помощи лапокъ m, отлитыхъ вмѣстѣ съ колонною (Таб. 94, черт. 884), съ которыми свинчивается желѣзная полоса, расположенная между ними. Это соединеніе повторяется приблизительно три раза. Соединеніе колоннъ между собою, могущее сопротивляться также сжимающимъ силамъ, производится помощью чугунныхъ цилиндрическихъ трубъ и болтовъ (Таб. 94, черт. 886). Иногда колонны соединяются между собою желѣзными полосами, охватывающими стержни колоннъ (Таб. 94, черт. 887).

Поперечникъ колоннъ дѣлается въ такихъ случаяхъ отъ 10 до 12,5 cm, а толщина стѣнокъ ихъ отъ 1,5 до 2 cm. Для того, чтобы верхняя часть колонны не могла сдвигаться съ мѣста, снабжаютъ капительную плиту b призматическими шипами c, входящими въ соотвѣтственныя гнѣзда d плиты a (Таб. 94, черт. 888 и 889).

Деревянныя потолочныя балки обыкновенно кладутъ непосредственно на головки рельсовъ (Таб. 94, черт. 884 и 885); но, если послѣдніе не должны выступать изъ-за поверхности потолка, то потолочныя балки снабжаются вырѣзками надъ опорами (Таб. 94, черт. 890). Въ этомъ этомъ случаѣ цѣлесообразно, разрѣзать потолочныя балки и помѣстить стыкъ надъ опорами. Если мѣстныя условія не допускаютъ подпиранія рельсовъ снизу колоннами, то они подвѣшиваются посредствомъ вертикальнаго болта къ разгрузной аркѣ, расположенной вверху рельсовъ (Таб. 95, черт. 891, 892 и 893). Болтъ внизу рельсовъ снабжается чугунною доскою, въ которую они упираются.

Вверху разгрузной арки также располагаютъ чугунную доску съ ребрами, служащую для передачи нагрузки на арку. Концы рельсовъ упираются въ желѣзныя подушки, расположенныя на пилястрахъ. Кладка разгрузной арки толщиною въ $1^1/_2$ кирпича производится въ перевязку или въ видѣ двухъ отдѣльныхъ концентрическихъ арокъ. Вообще толщина разгрузной арки зависитъ отъ величины нагрузки и пролета.

Кладка стѣны внизу арки дѣлается толщиною въ полкирпича и производится изъ легкаго матеріала. Въ упомянутомъ случаѣ пролетъ арки составляетъ приблизительно $13^1/_2{}'$. При значительномъ усиліи, которому подвержена эта конструкція, точный разсчетъ ея необходимъ.

2) **Желѣзныя двутавровыя прокатныя балки.** Такъ-какъ желѣзо обладаетъ равнымъ сопротивленіемъ растяженію и сжатію, то поперечное сѣченіе балокъ изъ прокатнаго желѣза, которыя должны сопротивляться изгибу, почти исключительно дѣлается симметрическимъ относительно нейтральной оси.

Въ этой цѣлесообразной формѣ поперечнаго сѣченія заключается выгода употребленія желѣзныхъ двутавровыхъ балокъ въ сравненіи съ рельсами, форма поперечнаго сѣченія которыхъ избрана была сообразно съ особенными требованіями, которымъ они должны удовлетворять.

Корытообразное ([), зетовое (_|‾) и двутавровое I сѣченія съ верхними и нижними поясами или полками одинаковой ширины и толщины представляютъ формы симметрическихъ относительно нейтральной оси поперечныхъ сѣченій. Первыя двѣ формы рѣдко примѣняются, между тѣмъ какъ двутавровое сѣченіе находитъ обширное примѣненіе для балокъ всякаго рода. Зетовыя (_|‾) балки преимущественно находятъ примѣненіе въ видѣ прогоновъ при устройствѣ желѣзныхъ крышъ.

Размѣры двутавровыхъ балокъ.*) Относительно подробностей формы отдѣльныхъ частей двутавроваго желѣза и ихъ размѣровъ, указываемъ на таблицы приложенія. При невысокихъ балкахъ ширина составляетъ приблизительно половину высоты балки, а при высокихъ не болѣе двухъ пятыхъ ея.

Въ настоящее время для опредѣленныхъ цѣлей, напримѣръ, для прогоновъ крышъ, прокатываются двутавровыя балки съ широкими поясами, размѣры показаны въ таблицѣ приложенія.

Нижеслѣдующая таблица можетъ служить для опредѣленія свободной длины нѣкоторыхъ употре-

---

*) См. главу о строительныхъ матеріалахъ и „Приложеніе“.

бительныхъ номеровъ изъ двутавровыхъ прокатныхъ балокъ, по нормальнымъ типамъ германскаго сортамента, при данной нагрузкѣ, при данномъ разстояніи балокъ другъ отъ друга и прочномъ сопротивленіи желѣза въ 300 пудовъ на 1 квадр. дюймъ (750 килогр. на квадратный сантиметръ).

Свободная длина двутавровыхъ балокъ

№ профили.	Профиль въ миллиметрахъ.	при нагрузкѣ въ:											
		113 фунт. на квадр. футъ				170 фунт. на квадр. футъ				228 фунт. на квадр. футъ			
		и разстояніи балокъ другъ отъ друга въ:											
		3′ 4″	6′ 8″	10′	13′ 4″	3′ 4″	6′ 8″	10′	13′ 4″	3′ 4″	6′ 8″	10′	13′ 4″
16	74; 6,3; 9,5; 160	12′ 4″	8′ 9″	—	—	10′ 1″	7′ 1″	—	—	—	—	—	—
24	106; 8,7; 13,1; 240	21′ 5″	15′ 2″	12′ 5″	—	17′ 6″	12′ 5″	—	—	15′ 2″	—	—	—
32	131; 11,5; 17 3; 320	31′ 10″	22′ 7″	18′ 5″	15′ 11″	26′	18′ 5″	15′	13′	22′ 7″	15′ 11″	13′	—
40	155; 14,4; 21,6; 400	—	30′	25′ 2″	21′ 9″	35′ 7″	25′ 2″	20′ 6″	17′ 9″	30′ 9″	21′ 9″	17′ 9″	15′ 5″
50	185; 18; 27; 500	—	—	—	29′ 10″	—	—	28′ 2″	24′ 5″	—	19′ 10″	24′ 5″	21′ 1″

Высота поперечнаго сѣченія двутавровыхъ потолочныхъ балокъ при гражданскихъ строеніяхъ, при взаимномъ разстояніи ихъ приблизительно отъ $3^1/_2{}'$ до 5′, принимается въ $^1/_{35}$ до $^1/_{30}$ ихъ длины въ свѣту, причемъ передъ укладкою ихъ на мѣсто даютъ имъ выгибъ въ $^1/_{200}$ пролета.

При самой тяжелой смазкѣ междубалочныхъ просвѣтовъ кирпичными сводиками употребляются балки съ поперечнымъ сѣченіемъ высотою въ 12 до 13 cm при пролетахъ отъ 10 до 14′, высотою въ 15 до 17 cm при пролетахъ отъ 14′ до 20′ и высотою въ 18 до 20 cm при пролетахъ отъ 20′ до 26′.

Желѣзныя двутавровыя балки употребляются для такихъ же цѣлей, какъ и желѣзно-дорожные рельсы, какъ-то: для поддерживанія стѣнъ, желѣзныхъ и деревянныхъ потолочныхъ балокъ и т. п.

Для увеличенія сопротивленія двутавровыхъ балокъ иногда приклепываютъ къ верхнему и нижнему поясамъ накладки изъ полосового желѣза, чѣмъ получается, конечно, болѣе широкая опора для стѣны, толщиною въ полкирпича, возведенной надъ балкою (Таб. 95, черт. 894 и 895), но увеличеніе сопротивленія бываетъ очень незначительно, потому что поперечное сѣченіе двутавровой балки ослабляется отверстіями для заклепокъ. Заклепки у обоихъ концовъ балокъ снабжаются по всей длинѣ ея опоръ утопленными нижними головками каковая форма рекомендуется также для верхнихъ головокъ по всему протяженію балокъ. Стыковъ накладокъ слѣдуетъ по возможности избѣгать.

Для поддерживанія стѣны толщиною больше чѣмъ въ полкирпича, необходимо не менѣе двухъ двутавровыхъ балокъ, которыя, для большей жесткости, слѣдуетъ удерживать на неизмѣнномъ взаимномъ разстояніи.

Это дѣлается при помощи хомутовъ изъ полосового желѣза толщиною въ 8 mm ($^5/_{16}$″) и шириною въ 4 cm ($1^1/_2$″), расположенныхъ на разстояніи 3′ другъ отъ друга; сверхъ того, вставляются еще между балками перекрестныя распорки изъ квадратнаго брусковаго желѣза толщиною отъ 15 до 20 mm ($^9/_{16}$″ до $^7/_8$″) (Таб. 95, черт. 896 и 897). Вмѣсто перекрестныхъ распорокъ употребляются также чугунныя стѣнки по чертежамъ 898, 899 и 900 на таб. 95, вставляемыя между балками на разстояніи 3′ другъ отъ друга. Если для соединенія балокъ употребляютъ цилиндрическія трубки подходящей формы съ просунутыми болтами, то хомуты станутъ излишними (Таб. 95, черт. 901 и 902).

Иногда встрѣчается комбинація стѣнки съ цилиндрическими трубками (Таб. 93, черт. 903 и 904).

Если двѣ двутавровыя балки примыкаютъ другъ къ другу подъ прямымъ угломъ, то онѣ соеди-

няются уголками и заклепками или болтами (Таб. 95, черт. 905, 906, 907, 908, 909 и 910).

Послѣдніе способы соединенія нѣсколько затрудняютъ удобное заполненіе промежутковъ между балками кладкою.

3) **Составныя желѣзныя балки***). По трудности прокатки, двутавровымъ балкамъ можно дать относительно малое лишь поперечное сѣченіе и небольшую длину. Вслѣдствіе этого приходится, при большихъ пролетахъ и нагрузкахъ, составить балки изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ частей, соединенныхъ заклепками въ одно цѣлое. Наиболѣе употребительныя формы желѣзныхъ составныхъ балокъ представляютъ балки со сплошною стѣнкою, трубчатыя балки и рѣшетчатыя балки или фермы разнаго рода, а для очень большихъ пролетовъ — раскосныя фермы.

a. *Балка со сплошною стѣнкою* составляется изъ двухъ главныхъ частей: изъ вертикальнаго листа или стѣнки и изъ верхняго и нижняго поясовъ (Таб. 95, черт. 911, 912 и 913). Каждый изъ послѣднихъ состоитъ изъ двухъ уголковъ, вертикальныя полки которыхъ приклепываются съ обѣихъ сторонъ вверху и внизу къ вертикальной стѣнкѣ, и иногда изъ поясной накладки или листа. Накладкамъ или поясным листамъ даютъ такую ширину, чтобы они оканчивались наравнѣ съ краями горизонрельныхъ полокъ уголковъ или выступали за нихъ на каждой сторонѣ не больше чѣмъ на 4δ, если δ означаетъ толщину поясной накладки. Вертикальная стѣнка служитъ преимущественно для удерживанія обоихъ поясовъ въ неизмѣнномъ разстояніи отъ нейтральной оси, такъ-что сопротивленіе балки обусловливается почти только величиною площади поперечнаго сѣченія обоихъ поясовъ и высоты балки.

Во внутренности строеній употребляются составныя балки иногда также безъ поясныхъ накладокъ, если это допускаютъ величина нагрузки и остальныя условія.

Нижній поясъ балки сопротивляется растяженію, а верхній сжатію. Обыкновенно даютъ обоимъ поясамъ одинаковое поперечное сѣченіе; но такъ-какъ при разсчетѣ послѣдняго слѣдуетъ примимать въ соображеніе ослабленіе поясовъ отверстіями для заклепокъ и предполагается, что ослабленіе поперечнаго сѣченія происходитъ только въ поясѣ, подверженномъ растягивающему усилію, то поперечное сѣченіе нижняго пояса можно дѣлать нѣсколько больше, уширяя поясныя накладки или увеличивая число ихъ (Таб. 95, черт. 914 и 915).

Вертикальныя стѣнки. Если высота склепанной балки не больше 0,8 m, то употребляется для вертикальной стѣнки универсальное желѣзо, которое прокатывается достаточной длины для обыкновенныхъ случаевъ гражданскаго строительнаго дѣла; при большей высотѣ балки и значительномъ пролетѣ ея, вертикальная стѣнка должна быть изготовляема изъ листового желѣза, прокатываемаго меньшей длины, такъ-что нельзя избѣгать стыковъ. Толщина вертикальной стѣнки дѣлается обыкновенно въ 1 cm.

Уголки. Полкамъ уголковъ даютъ ширину отъ $6\frac{1}{2}$ до 12 cm.

Поясныя накладки. Толщина поясныхъ накладокъ дѣлается въ 1 до 1,4 cm, а во всякомъ случаѣ не меньше толщины полокъ уголковъ. Ширина накладокъ зависитъ отъ ширины полокъ уголковъ; она равняется или двойной ширинѣ полокъ, сложенной съ толщиною вертикальной стѣнки, или увеличивается на 8δ, если накладки должны нѣсколько выступать за края уголковъ.

Соединеніе вертикальной стѣнки съ поясомъ. Заклепки, служащія для соединенія вертикальной стѣнки съ поясными уголками и для соединенія отдѣльныхъ составныхъ частей поясовъ другъ съ другомъ, имѣютъ поперечникъ d приблизительно $= 2\delta$, гдѣ δ означаетъ толщину листа. Разстояніе заклепокъ другъ отъ друга дѣлается въ большинствѣ случаѣвъ 4 d до 5 d и не больше 6 до 12 разъ взятой толщины одного листа, а разстояніе заклепки отъ края не менѣе 1,5 d. Длина стержня заклепки не должна превосходить $3\frac{1}{2}$ до 4 d; при большей длинѣ

*) Относительно разстета см. „Приложеніе“.

стержня употребляются болты. Для увеличенія жесткости составныхъ балокъ, служащихъ для перекрытія большихъ отверстій, приклепываются съ обѣихъ сторонъ къ вертикальному листу и поясамъ вертикальные уголки, такъ-называемыя стойки, на разстояніи приблизительно въ 1,5 m (5′) и больше другъ отъ друга. Такія стойки необходимы въ концахъ балки и въ тѣхъ мѣстахъ, въ которыхъ примыкаютъ къ ней другія балки и упираются въ ее колонны. Стойка состоитъ обыкновенно изъ одного уголка по каждой сторонѣ балки и, при весьма значительной длинѣ послѣдней, изъ двухъ уголковъ (Таб. 95, черт. 916, 917 и 918). Иногда употребляютъ вмѣсто уголковъ тавровое желѣзо.

Высота составныхъ желѣзныхъ балокъ со сплошною стѣнкою принимается для гражданскихъ строеній въ $^1/_{12}$ до $^1/_{20}$ свободной длины ихъ, считая отъ середины до середины опоры.

Стыки. Если при составныхъ балкахъ со сплошною стѣнкою значительной длины стыки неизбѣжны, то они должны быть расположены въ перевязку, т.-е. въ одномъ и томъ же поперечномъ сѣченіи балки долженъ быть помѣщенъ только стыкъ одной изъ составныхъ частей балки.

Стыкъ вертикальной стѣнки производится въ притыкъ, причемъ швы, происходящіе отъ этого, покрываются съ обѣихъ сторонъ стыковыми накладками, приклепанными къ вертикальной стѣнѣ заклепками (Таб. 96, черт. 919 и 920).

Соединеніе заклепками должно сопротивляться тѣмъ же самымъ силамъ, какъ и вертикальная стѣнка, почему и сумма площадей всѣхъ поперечныхъ сѣченій заклепокъ, находящихся на каждой сторонѣ стыка, должна быть не меньше площади поперечнаго сѣченія вертикальной стѣнки, а лучше въ $^5/_4$ площади ея. При этомъ слѣдуетъ принимать въ соображеніе, что въ указанномъ случаѣ заклепки срѣзываются по двумъ сѣченіямъ.

Длина накладокъ зависитъ отъ числа заклепокъ и числа рядовъ ихъ, причемъ принимается, что расстояніе заклепокъ другъ отъ друга для прочнаго шва должно составлять не больше 3 d, а разстояніе заклепокъ отъ края листа не меньше 2 d, гдѣ d означаетъ поперечникъ стержня заклепки.

Стыки уголковъ рѣдко перекрываются угловымъ желѣзомъ (Таб. 96, черт. 921), такъ-какъ оно не всегда плотно прилегаетъ, и лучше замѣняется двумя накладками изъ полосового желѣза, приклепанными къ полкамъ уголковъ. Площадь стыкового углового желѣза или обѣихъ накладокъ изъ полосового желѣза должна равняться площади соединяемыхъ уголковъ. Длина этихъ частей зависитъ отъ нужнаго числа заклепокъ, вычисляемаго по прежнему.

Стыки поясныхъ листовъ перекрываются стыковою накладкою, толщина и ширина которой должны быть не меньше толщины и ширины соединяемыхъ поясныхъ листовъ (Таб. 96, черт. 922 и 923).

Въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ заклепки перерѣзываются только по одному сѣченію, что слѣдуетъ принимать въ соображеніе при вычисленіи нужнаго числа ихъ.

При устройствѣ потолковъ часто встрѣчается, что желѣзныя балки примыкаютъ своими концами къ другой, главной балкѣ и должны соединяться съ послѣднею. Это соединеніе производится при помощи двухъ уголковъ, одновременно служащихъ для увеличенія жесткости вертикальной стѣнки главной балки (Таб. 96, черт. 924—926).

б. *Трубчатыя составныя желѣзныя балки* состоятъ изъ двухъ сплошныхъ вертикальныхъ стѣнокъ или листовъ aa и поясовъ, составленныхъ изъ уголковъ bb и поясныхъ листовъ или накладокъ cc (Таб. 96, черт. 927). Для большей жесткости балки располагаютъ, на разстояніи отъ 1,5 до 3 m (5′ до 10′) другъ отъ друга, еще тонкія поперечныя стѣнки, обыкновенно составленныя изъ полосового желѣза и уголковъ (Таб. 96, черт. 927, 928 и 929).

Взамѣнъ этихъ поперечныхъ стѣнокъ, при узкихъ балкахъ для этой цѣли иногда употребляется корытообразное желѣзо (⊏).

Если величина напряженію это допускаетъ, то можно пропустить нижній поясной листъ (Таб. 96, черт. 930).

Сопротивленіе трубчатыхъ балокъ значительно увеличивается, если поясные уголки расположены также по внутреннимъ сторонамъ вертикальныхъ стѣнокъ (Таб. 96, черт. 931).

Высота h трубчатыхъ балокъ принимается обыкновенно въ $^1/_{15}$ до $^1/_{24}$ ихъ свободной длины; разстояніе между вертикальными стѣнками, если оно не зависитъ отъ другихъ условій, дѣлается въ $^1/_3$ h до $^1/_2$ h, а ширина поясныхъ листовъ въ $^2/_3$ h до $^3/_4$ h.

Относительно разсчета размѣровъ составныхъ желѣзныхъ балокъ указываемъ на приложеніе и строительную механику, такъкакъ нельзя представить надежныя опытныя данныя для примѣненія въ многочисленныхъ и разнообразныхъ случаяхъ, встрѣчающихся на практикѣ.

Расположеніе и размѣры заклепокъ, перекрытіе стыковъ и соединеніе трубчатой балки съ другими желѣзными балками производится точно такъ, какъ и при составной балкѣ съ одною вертикальною сплошною стѣнкою.

в. *Рѣшетчатыя желѣзныя балки* или *фермы*. Рѣшетчатыя желѣзныя балки или фермы составляются изъ двухъ горизонтальныхъ поясовъ изъ углового желѣза, соединенныхъ между собою перекрещивающимися желѣзными раскосами, образующими рѣшетку (Таб. 96, черт. 932 и 933). Рѣшетчатыя балки отличаются отъ сплошныхъ склепанныхъ балокъ тѣмъ, что сплошная стѣнка послѣднихъ замѣнена рѣшеткою. Какъ сплошная стѣнка, такъ и рѣшетка подвергаются почти исключительно усилію вертикальной перерѣзывающей силой, которая поэтому обусловливаетъ въ произвольномъ сѣченіи величину напряженія въ отдѣльныхъ частяхъ рѣшетки. Хотя одна половина составныхъ частей рѣшетки подвергается растягивающему усилію, а другая сжимающему, и вертикальная перерѣзывающая сила съ середины балки къ опорамъ постепенно увеличивается, то, не смотря на это, поперечное сѣченіе раскосовъ дѣлается при рѣшетчатой балкѣ одинаковой величины. Изъ этого будетъ ясно, что употребленіе рѣшетчатыхъ балокъ, по крайней мѣрѣ таковыхъ большей длины, представляютъ излишнюю затрату матеріала.

Рѣшетчатыя балки для устройства потолковъ въ гражданскихъ строеніяхъ очень рѣдко встрѣчаются, обыкновенно только при весьма большихъ пролетахъ и значительной нагрузкѣ балокъ; сверхъ того, онѣ находятъ еще примѣненіе при устройствѣ стропильныхъ фермъ и для поддерживанія пятъ цилиндрическихъ сводовъ.

На чертежахъ 932 и 933 на таб. 96 показаны боковой видъ и вертикальный разрѣзъ рѣшетчатой балки или фермы, при которой пояса состоятъ каждый изъ двухъ уголковъ и одной или нѣсколькихъ накладокъ. Раскосы изъ полосового желѣза расположены другъ надъ другомъ и входятъ своими концами въ промежутокъ между вертикальными полками поясныхъ уголковъ, съ которыми онѣ соединяются обыкновенно одною заклепкою. Точка соединенія по возможности должна совпадать съ центромъ тяжести поперечнаго сѣченія поясовъ. Въ мѣстѣ перекрещенія раскосы склепываются между собою заклепкою. При значительной нагрузкѣ балки, становятся иногда необходимыми двѣ заклепки, или даже большее число ихъ. Соединеніе раскосовъ съ поясами производится въ такомъ случаѣ посредствомъ вставного листика a, склепаннаго съ поясомъ и двойными накладками bb, охватывающими концы раскосовъ, съ корорыми онѣ также соединяются заклепками (Таб. 96, черт. 934 и 935).

Расположеніе раскосовъ въ одной вертикальной плоскости не рекомендуется, потомъ что тогда оси тяжести составныхъ частей балки, встрѣчающихся въ поясахъ, рѣдко сходятся въ одну точку, отъ чего происходитъ вращающій моментъ. Свехъ того, раскосы въ мѣстахъ перекрещенія должны были бы выгибаться Таб. 96, черт, 936 и 937).

На чертежѣ 938 на таб. 96 представлена рѣшетчатая балка, при которой раскосы, подвергающіеся сжимающему усилію, состоятъ изъ углового желѣза, между тѣмъ какъ растянутые раскосы изготовлены изъ полосового желѣза. Поперечное сѣченіе

раскосовъ увеличивается съ середины къ опорамъ соразмѣрно съ величиною дѣйствующихъ силъ. Прикрѣпленіе раскосовъ къ поясамъ производится такимъ же образомъ, какъ это показано на чертеже 932 на таб. 96. Для большей жесткости концовъ рѣшетчатыхъ балокъ, подвергающихся большему давленію, чѣмъ другія части ихъ, приклепываются къ нимъ съ обѣихъ сторонъ вертикальныя тавровыя желѣза или уголки.

Для прогоновъ желѣныхъ крышъ иногда употребляется рѣшетчатая ферма, пояса которой состоятъ каждый только изъ одного уголка, къ вертикальнымъ полкамъ которыхъ прикрѣпляются съ обѣихъ сторонъ неперекрещивающіеся раскосы (Таб. 96, черт. 939 и 940).

г. *Раскосная ферма*, составленная изъ прямоугольныхъ треугольниковъ, представлена на чертежѣ 941 на таб. 97. Раскосы, восходящіе къ опорамъ, подвергаются растягивающему усилію, и поэтому изготовляются изъ полосового желѣза, между тѣмъ какъ стойки сжимаются, и поэтому, для большей жесткости, состоятъ изъ углового желѣза.

При неравномѣрной и подвижной нагрузкѣ такой фермы, въ среднихъ панеляхъ ея становятся необходимыми обратные раскосы.

При всѣхъ рѣшетчатыхъ балкахъ стойки должны быть расположены въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ приходится прикрѣпить къ нимъ другія желѣзныя или деревянныя балки.

Опоры желѣзныхъ балокъ. Если опоры желѣзныхъ балокъ состоятъ изъ камня или дерева, то въ большинствѣ случаевъ подъ концами балокъ приходится располагать плиты, такъ-называемыя подушки, изъ чугуна или стали. Послѣдняя рѣдко употребляется, хотя толщина подушекъ изъ стали можетъ быть на половину меньше, чѣмъ толщина подушекъ изъ чугуна.

При возведеніи построекъ слѣдуетъ особенно заботиться о тщательномъ и надежномъ устройствѣ опоръ обыкновенныхъ потолочныхъ балокъ и поддерживающихъ прогоновъ и обратить вниманіе на то, чтобы подушки имѣли достаточные размѣры и камни или кладка подъ ними были устроены изъ прочнаго матеріала.

*) Длина l чугунныхъ подушекъ (Таб. 97, черт. 942 и 943) опредѣляется по формулѣ:

$$l = 4 + \frac{1}{2} h \text{ въ дюймахъ,}$$

гдѣ черезъ h обозначается высота балки, а въ миллиметрахъ по формулѣ:

$$l = 100 + \frac{1}{2} h \text{ mm.}$$

Ширина подушки зависитъ отъ прочнаго сопротивленія матеріала подъ нею. Обыкновенно выступаютъ крайнія кромки подушки на 2,5 до 3 cm (1″ до $1\frac{1}{4}$″) за крайнія кромки нижняго пояса балки. Если концы балокъ не удерживаются съ боку въ неизмѣнномъ положеніи, то боковые выступки подушекъ возвышаются надъ нижнею поверхностью балки на 1,2 до 1,8 cm ($\frac{1}{2}$″ до $\frac{3}{4}$). Если опорное давленіе очень велико, а ширина подушки не ограничена какими-либо обстоятельствами, то лучше всего, дѣлать ее по возможности больше, такъ-какъ значительная длина подушки не рекомендуется.

*) Толщину δ чугунной подушки можно опредѣлить по формулѣ:

$\delta = \frac{3}{5} + \frac{1}{20} h$ въ дюймахъ и

$\delta = 15 + \frac{1}{20} h$ въ миллиметрахъ.

Для подушки на свободно стоящихъ столбахъ, усѣченная пирамида представляетъ наиболѣе удобную форму, потому что она централъно передаетъ нагрузку на подпоры (Таб. 97, черт. 944 и 945). Верхняя поверхность подушки снабжается невысокими ребрами, а нижняя шипомъ, входящимъ въ углубленіе кладки столба. Елси требуется предохранять подушки отъ бокового сдвиженія, то нижняя поверхность ихъ также снабжается поперечнымъ ребромъ, нѣсколько утоняющимся книзу (Таб. 97, черт. 946, 947 и 948). Ребрамъ даютъ толщину и ширину въ 3 до 5 cm ($1\frac{1}{4}$″ до 2″). Если подушка упирается въ тесаный камень, то ее впускаютъ въ углубленіе, выдолбленное въ камнѣ. Каждая балка прогибается дѣйствіемъ нагрузки; вслѣдствіе этого прогиба производится да-

*) Точный разсчетъ см. „Приложеніе“.

вленіе на кромки внутренней части опоръ. Въ виду этого, рекомендуется располагать подушки на разстояніи отъ 5 до 12,5 cm (2″ до 5″) отъ кромки стѣны, чтобы она не отламывалась. Той же самой цѣли достигаютъ, давая верхней поверхности подушки небольшую выпуклость (Таб. 97, черт. 949 и 950).

B. Металлическія стѣны.

Желѣзо и чугунъ исключительно представляютъ матеріалъ для устройства металлическихъ стѣнъ. Металлическія стѣны играютъ съ относительно недавняго лишь времени роль въ строительномъ дѣлѣ и нашли особенно во Франціи довольно обширное примѣненіе для построекъ равнаго рода. Условія, способствующія дальнѣйшему распространенію металлическихъ стѣнъ, бываютъ весьма разнообразнаго рода. Изъ нихъ приведемъ вкратцѣ слѣдующія: значительное сбереженіе пространства и матеріала, небольшая и равномѣрная, легко передаваемая на отдѣльныя подпорныя точки нагрузка, большая жесткость и, благодаря этой, безопасность отъ разрушенія строенія, устроеннаго на ненадежномъ грунтѣ, даже при землетрясеніяхъ; далѣе значительное сбереженіе времени при возведеніи стѣнъ, большая безопасность отъ пожара, защита отъ гніенія и червоточины, удобная перевозка и составленіе частей стѣнъ въ странахъ, гдѣ нѣтъ годныхъ для употребленія строительныхъ матеріаловъ и опытныхъ рабочихъ.

Сначала металлическія стѣны устроены были цѣликомъ или по частямъ изъ чугуна, но впослѣдствіи этотъ матеріалъ всѣ болѣе и болѣе выходилъ изъ употребленія, такъ-что въ настоящее время металлическія стѣны, за рѣдкими исключеніями, устраиваются изъ желѣза.

Различаютъ полуметаллическія и чисто металлическія стѣны.

a. *Полуметаллическія стѣны.* Таковыя стѣны состоятъ изъ чугуннаго или желѣзнаго остова, клѣтки котораго задѣланы или обшиты какимъ-либо каменнымъ матеріаломъ, обыкновенно обожженнымъ кирпичомъ, или деревомъ, или матеріалами другого рода, какъ-то: ксилолитовыми плитами, войлокомъ, бумагою, холстомъ, стекломъ и т. п.

Полуметаллическія стѣны, клѣтки которыхъ задѣланы кирпичомъ, обыкновеннымъ или пустотѣлымъ, или горшечною кладкою, называются металлическими фахверковыми стѣнами; послѣдними въ слѣдующемъ преимущественно и займемся.

Остовъ металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ устраивается цѣликомъ изъ чугуна или желѣза, или изъ желѣза въ связи съ чугуномъ. Устройство металлическаго остова похоже на устройство остова деревянныхъ фахверковыхъ стѣнъ, и вначалѣ послѣднія совсѣмъ даже служили образцомъ для устройства металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ, по крайней мѣрѣ тогда, когда онѣ устраивались изъ прокатнаго желѣза. Благодаря этому, названія составныхъ частей деревянныхъ фахверковыхъ стѣнъ встрѣчаются и при металлическихъ фахверковыхъ стѣнахъ; итакъ, остовъ послѣднихъ состоитъ изъ горизонтальныхъ частей, какъ-то: изъ верхней обвязки, ригелей и нижней обвязки, изъ которыхъ послѣдняя нерѣдко пропускается, далѣе изъ вертикальныхъ стоекъ и наклонныхъ укосинъ или подкосовъ. Для соединенія всѣхъ этихъ частей между собою нуждаются въ особенныхъ соединительныхъ частяхъ. Послѣднія, вмѣстѣ со стойками, иногда изготовляются изъ чугуна, остальныя же части остова состоятъ почти всегда изъ желѣза.

Для болѣе надежнаго сопротивленія дѣйствующимъ силамъ, оказывалось бы полезнымъ, располагать по продольному направленію стѣны связи въ видѣ неподвижныхъ треугольниковъ, но въ виду того, что онѣ значительно затрудняютъ удобную забирку клѣтокъ остова, число ихъ по возможности ограничиваютъ или совершенно пропускаютъ ихъ.

Послѣднее не допускается, если стѣны поддержаны только въ концахъ, если проходящей нижней обвязки нѣтъ и, вслѣдствіе этого, отдѣльныя стойки остова стѣны основываются на особенномъ фундаментѣ, или, наконецъ, если приходится опасаться значительной и неравномѣрной осадки фундаментовъ стѣнъ. Въ подобныхъ случаяхъ фахвер-

ковая стѣна должна быть устраиваема совершенно, т.-е. съ наклонными частями: укосинами или подкосами.

Совершенно устроенная фахверковая стѣна представлена на чертежахъ 1729—1731 на таб. 151. Нижняя обвязка, перекладины и подоконники состоятъ изъ корытобразнаго ([) желѣза, а верхняя обвязка, ригеля, стойки и укосины изъ двутавроваго (I) желѣза. Соединенiе отдѣльныхъ частей другъ съ другомъ производится при помощи приклепанныхъ или привинченныхъ наугольныхъ накладокъ. Деревянныя потолочныя балки между этажами задѣланы между поясами верхней обвязки стѣны и, сверхъ того, еще поддержаны уголкомъ, приклепаннымъ къ стойкамъ и укосинамъ.

Забирка клѣтокъ остова состоитъ изъ кирпичной кладки толщиною въ полкирпича. Сообразно съ послѣднею подобраны профили желѣзныхъ частей остова.

Устройство металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ совсѣмъ отклоняется отъ устройства деревянныхъ фахверковыхъ стѣнъ, если, вмѣсто вставленныхъ между составными частями остова укосинъ или подкосовъ, располагаются передъ ними дiагональныя связи изъ полосового желѣза, какъ это показано на чертежахъ 1732—1735 на таб. 151. Продольныя стѣны (Таб. 151, черт. 1732) поддержаны рѣшетчатыми фермами, подпертыми подъ главными стойками остова каменными столбиками, съ которыми стойки связаны анкерными болтами. Клѣтки между главными стойками имѣютъ длину въ $16^{1}/_{2}{}'$ (5 m) и раздѣлены, за исключенiемъ клѣтокъ, въ которыхъ помѣщены ворота, пополамъ промежуточными стойками изъ тавроваго (T) желѣза. Въ рѣшетчатыя фермы упираются половыя балки, и надъ ними расположена нижняя обвязка фахверковыхъ стѣнъ толщиною въ полкирпича, состоящая изъ двухъ уголковъ. Стѣны по высотѣ раздѣлены ригелемъ изъ корытообразнаго ([) желѣза на двѣ неравныя части. Нижнiя клѣтки имѣютъ бóльшую высоту и снабжены на обѣихъ сторонахъ стѣны перекрещивающимися дiагональными связями изъ полосового желѣза; верхнiя клѣтки, напротивъ того, имѣютъ только на внутренней сторонѣ дiагональныя связи изъ круглаго желѣза и ограничены вверху и внизу уголками.

Главныя стойки составлены изъ двухъ корытообразныхъ ([) желѣзъ, между которыми, для увеличенiя сопротивленiя продольному изгибу, вставлены листы изъ котельнаго желѣза, къ краямъ которыхъ приклепаны уголки (Таб. 152, черт. 1736—1738). Чертежъ 1738 на таб. 152 представляетъ горизонтальный разрѣзъ черезъ главную и промежуточную стойки, а чертежъ 1737 на таб. 152 — видъ мѣстъ соединенiя дiагональныхъ связей съ этими стойками, при помощи соединительныхъ листовъ.

Главныя стойки образуютъ, вмѣстѣ съ стропильными фермами, одно цѣлое и представляютъ ферму о трехъ шарнирахъ (Таб. 152, черт. 1736). Ниже шарнирнаго болта главныя стойки округлены, чтобы на подушкѣ возможно было маятникообразное движенiе (Таб. 152, черт. 1739—1741).

Щипцовая стѣна (Таб. 151, черт. 1733—1735), по внѣшнему виду, подобнымъ образомъ устроена, какъ фронтовая; въ ней, однако, всѣ стойки состоятъ изъ двутавроваго (I) желѣза, за исключенiемъ угловыхъ стоекъ, которыя составлены изъ двухъ корытообразныхъ ([) желѣзъ. Послѣднiя нижнимъ концомъ крѣпко соединены болтомъ съ чугунною плитою, которая у одной изъ обѣихъ противоположныхъ угловыхъ стоекъ можетъ двигаться по подушкѣ (Таб. 152, черт. 1742—1745), соотвѣтственно расширенiю желѣза отъ теплоты, между тѣмъ какъ у другой угловой стойки движенiю препятствуется штифтомъ.

Въ верхнихъ клѣткахъ щипцовой стѣны кирпичная задѣлка вверху, внизу и съ обѣихъ сторонъ стѣны удерживается полосовыми желѣзами.

Для болѣе надежнаго сопротивленiя давленiю вѣтра, связана съ нижнею обвязкою и съ обѣими верхними обвязками усиливающая конструкцiя (Таб. 151, черт. 1735).

Ознакомившись вообще, благодаря выше указаннымъ примѣрамъ, съ устройствомъ металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ, разсмотримъ теперь отдѣльныя составныя части ихъ.

Нижняя обвязка. Если металлическiя фахверковыя стѣны основываются на сплошномъ фундаментѣ, то нижняя обвязка по всей своей длинѣ лежитъ на цокольной кладкѣ.

При хорошо устроенномъ фундаментѣ, вообще можно предполагать, что осадка цокольной кладки будетъ незначительна и равномѣрна, такъ-что нижняя обвязка не будетъ подвергаться изгибающему усилiю и, въ виду этого, требуетъ только небольшихъ измѣренiй поперечнаго сѣченiя. Нижняя обвязка представляетъ въ такомъ случаѣ одну лишь продольную

связь стѣны и служитъ для удобнаго скрѣпленія нижнихъ концовъ стоекъ, и можетъ совсѣмъ пропускаться, причемъ она замѣняется подушками или башмаками для нижняго конца стоекъ, связываемыми болтами съ фундаментною кладкою. Но въ большинствѣ случаевъ приходится опасаться неравномѣрной осадки фундаментной кладки, и тогда нижняя обвязка бываетъ необходима. Нижняя обвязка изъ полосового желѣза оказывается недостаточною (Таб. 152, черт. 1746 и 1747). Очень часто встрѣчается нижняя обвязка изъ корытообразнаго (⊔) желѣза, полки котораго обращены вверхъ и охватываютъ задѣлку клѣтокъ изъ кирпичной кладки (Таб. 151, черт. 1730); кромѣ того, употребляются еще для нижней обвязки два уголка (черт. 1734) и двутавровое (|—|) желѣзо.

Если нижняя обвязка должна сопротивляться изгибающимъ усиліямъ, то она составляется, лучше всего, изъ двутавровыхъ (I) желѣзъ, поставленныхъ на ребро, или употребляются въ дѣло трубчатыя клепанныя балки.

При многоэтажныхъ зданіяхъ въ нижнихъ обвязкахъ для стѣнъ верхнихъ этажей не нуждаются; онѣ могутъ пропускаться и замѣняться верхнею обвязкою стѣнъ нижнихъ этажей.

Скрѣпленіе нижней обвязки съ фундаментною кладкою болтами оказывается полезнымъ.

Верхняя обвязка. Для верхней обвязки металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ употребляются тавровое (T) и двутавровое (I) желѣза, въ особенности тогда, если обвязка должна служить одновременно опорою для потолочныхъ балокъ. Послѣднія прикрѣпляются къ обвязкамъ названной формы сбоку или укладываются на нихъ. При деревянныхъ потолочныхъ балкахъ для верхней обвязки внутреннихъ среднихъ стѣнъ употребляется корытообразное (⊔) желѣзо, въ которое укладываютъ деревянный прогонъ, соединяемый съ потолочными балками врубкою (Таб. 152, черт. 1748). Очень удобною для скрѣпленія стоекъ между собою оказывается верхняя обвязка изъ зетоваго (Z) желѣза (Таб. 152 черт. 1749); но въ такомъ случаѣ необходима діагональная связь остова стѣны. При обвязкѣ зетовой формы потолочныя балки упираются въ уголокъ, надежное прикрѣпленіе котораго къ стойкамъ довольно затруднительно. Верхняя обвязка устраивается также изъ вертикальныхъ листовъ и уголковъ, въ видѣ трубчатой клепанной балки, или составляется изъ двутавровыхъ желѣзъ (Таб. 152, черт. 1750 и 1751).

Если въ составъ остова металлической фахверковой стѣны не входятъ укосины или подкосы, то верхняя обвязка представляетъ весьма важную составную часть остова, обусловливающую, въ связи со стойками, жесткость и устойчивость стѣны и предохраняющую клѣтки послѣдней отъ измѣненія формы.

При совершенно устроенныхъ металлическихъ фахверковыхъ стѣнахъ, съ укосинами и подкосами, верхняя обвязка бываетъ малой важности и состоитъ часто изъ уголка или тавроваго желѣза, если она не служитъ одновременно опорою для потолочныхъ балокъ.

Для верхняго ограниченія дремпельныхъ стѣнъ употребляются корытообразное (|_|) или двутавровое (|—|) желѣза, расположенныя плашмя, или, въ данномъ случаѣ, также уголки, въ которые упираются деревянныя или желѣзныя стропильныя ноги (Таб. 152, черт. 1752).

Стойки. Для стоекъ берутъ преимущественно такія сорта фасоннаго желѣза, при которыхъ мѣста соединенія задѣлки клѣтокъ скрываются поясами или полками фасоннаго желѣза, а именно: преимущественно двутавровое (I), корытообразное (⊏) и угловое желѣза, а иногда также тавровое (T) желѣзо.

Разстояніе стоекъ другъ отъ друга зависитъ отъ многихъ условій, и нельзя дать въ этомъ отношеніи опредѣленныя общія правила. Вообще размѣщаютъ стойки, при задѣлкѣ клѣтокъ кирпичною кладкою толщиною въ полкирпича, на взаимномъ разстояніи не больше 4′ до 4′ 3″ (1,2 m до 1,3 m).

Для усиленія сопротивленія продольному изгибу, стойки часто составляются изъ двухъ частей, изъ которыхъ каждая состоитъ обыкновенно изъ двутавроваго желѣза. Оба двутавровыхъ желѣза могутъ быть соединяемы посредствомъ короткихъ полуцилиндровъ и болтовъ (Таб. 152, черт. 1753).

Особенную жесткость оказываютъ три двутавровыхъ желѣза, которыя соединятся между собою при помощи болтовъ (Таб. 152, черт. 1754).

Если желательна особенная жесткость стоекъ перпендикулярно къ продольному направленію стѣны, то оказывается подходящимъ поперечное сѣченіе ихъ по чертежу 1755 на таб. 152. Стойка образуется двумя двутавровыми желѣзами, которыя

удерживаются на опредѣленномъ взаимномъ разстояніи болтами и вставленными чугунными рамами. Между поясами двутавровыхъ желѣзъ и чугунными рамами вставлены желѣзнодорожные рельсы, выступающіе головками по обѣимъ сторонамъ изъ-за поверхности стѣны. Взамѣнъ желѣзнодорожныхъ рельсовъ можно употреблять также двутавровое и тавровое желѣза.

Угловыя стойки. Простѣйшія формы поперечнаго сѣченія угловыхъ стоекъ изображены на чертежахъ 1756 a и b на таб. 152; стойки состоятъ изъ простого или двойного углового желѣза; но встрѣчается также діагонально установленное двутавровое желѣзо (Таб. 152, черт. 1757 a и b). Въ большинствѣ случаевъ угловыя стойки составляются изъ нѣсколькихъ частей, какъ-то: изъ двухъ двутавровыхъ (Таб. 152, черт. 1758) или двухъ корытообразныхъ желѣзъ (Таб. 152, черт. 1759). Поперечное сѣченіе стоекъ, показанное на чертежѣ 1758 на таб. 152, менѣе удобно для угловыхъ стоекъ строеній, чѣмъ поперечное сѣченіе по чертежу 1759 на таб. 152. Болѣе сложныя поперечныя сѣченія угловыхъ стоекъ показаны на чертежахъ 1760 и 1761 на таб. 152.

Если діагональныя стропильныя полуфермы четырехскатныхъ крышъ упираются въ угловыя стойки, то поперечное сѣченіе послѣднихъ, для удобнаго соединенія съ полуфермами, образуется по чертежу 1762 на таб. 152.

Въ мѣстахъ, гдѣ перегородка примыкаетъ къ фронтовой стѣнѣ, стойки можно составлять изъ корытообразнаго и двутавроваго желѣзъ (Таб. 152, черт. 1763); но обыкновенно довольствуются однимъ (Таб. 152, черт. 1764) или двумя двутавровыми желѣзами (Таб. 152, черт. 1765), къ которымъ прикрѣпляютъ ригеля перегородки.

Иногда, въ мѣстѣ встрѣчи перегородки съ фронтовою стѣною, особенная стойка не располагается, и соединеніе стѣнъ между собою производится по чертежу 1766 на таб. 153.

Дверные и оконные косяки дѣлаются изъ углового и двутавроваго желѣзъ, а преимущественно изъ корытообразнаго желѣза (Таб. 153, черт. 1767). Косяки изъ послѣдняго сорта фасоннаго желѣза снабжаются уголкомъ, служащимъ притолокою для дверной или оконной рамы Таб. 153, черт. 1768).

Соединеніе стоекъ съ нижнею и верхнею обвязками производится обыкновенно посредствомъ наугольныхъ накладокъ. Это не представляетъ никакого затрудненія, если верхняя обвязка состоитъ изъ фасоннаго желѣза, положеннаго плашмя (Таб. 153, черт. 1769); но соединеніе становится неудобнымъ, если верхняя обвязка составлена изъ двутавровыхъ желѣзъ съ неширокими поясами, поставленныхъ на ребро, что необходимо при стѣнахъ, поддерживающихъ потолочныя балки. Если верхняя обвязка состоитъ изъ одного лишь двутавроваго желѣза, то стойки выступаютъ за пояса послѣдняго на внутренней сторонѣ стѣны (Таб. 151, черт. 1730), и располагается въ такомъ случаѣ особенная нижняя обвязка для стѣны верхняго этажа.

Соединеніе, показанное на чертежѣ 1770 на таб. 153, требуетъ менѣе матеріала и оказывается удобнѣе; при этомъ верхняя обвязка проходитъ черезъ стойки, проходящія въ свою очередь черезъ два или болѣе этажей. Укрѣпленіе соединенія производится посредствомъ клиньевъ.

Если стойки, по значительной высотѣ этажей, не могутъ состоять изъ одного куска, то поступаютъ при соединеніи верхней обвязки со стойками по способу, показанному на чертежѣ 1771 на таб. 153. Но это возможно только тогда, если остовъ стѣны остается невиднымъ.

Если верхняя обвязка составлена изъ двухъ двутавровыхъ желѣзъ, расположенныхъ одно возлѣ другого, то непосредственное соединеніе ихъ можетъ производиться только въ такомъ случаѣ, если разстояніе ихъ другъ отъ друга столь велико, что возможно будетъ ввести рукою болтъ между ними. Но если слишкомъ близкое разстояніе ихъ другъ отъ друга не допускаетъ этого, то соединеніе стоекъ стѣнъ смежныхъ этажей между собою возможно только при помощи болтовъ, соединяющихъ горизонтальныя полки наугольныхъ накладокъ верхней и нижней стоекъ, находящіяся другъ надъ другомъ (Таб. 153, черт. 1772—1775). Этимъ способомъ соединенія сдвиженію стоекъ по обвязкѣ не препятствуется.

Опредѣленное взаимное разстояніе двутавровыхъ желѣзъ, составляющихъ верхнюю обвязку, обезпечивается чугунными рамами и болтами (Таб. 153, черт. 1774).

Чертежъ 1776 на таб. 153 показываетъ соединеніе подобнаго рода для такого случая, если стѣны на углу строенія примыкаютъ другъ къ другу подъ тупымъ угломъ.

Для того, чтобы препятствовать сдвиженію стоекъ по обвязкамъ, нижній и верхній концы ихъ снабжаютъ чугунными башмаками съ выступающими ребрами (Таб. 153, черт. 1777 a, b и c), которые допускаютъ расположеніе болтовъ, просунутыхъ черезъ стѣнки обвязки. Башмакъ подобной формы, представленный на чертежѣ 1778 на таб. 153, будетъ понятенъ безъ дальнѣйшаго обясненія.

Стойки, составленныя изъ трехъ двутавровыхъ желѣзъ, допускаютъ наилучшее и весьма тѣсное соединеніе между собою и съ обвязкою, состоящею изъ двухъ двутавровыхъ желѣзъ (Таб. 153, черт. 1779—1781).

При этомъ соединеніи среднее двутавровое желѣзо стойки проходитъ безъ прекращенія черезъ обвязку до половины высоты стѣны смежнаго верхняго этажа, гдѣ находится стыкъ его (Таб. 153, черт. 1781), между тѣмъ какъ оба остальныя двутавровыя желѣза стойки прекращаются обвязкою.

Если стойки изъ двухъ двутавровыхъ желѣзъ должны проходить черезъ нѣсколько этажей, то соединеніе ихъ производится подобнымъ образомъ, какъ это показано было для проходящихъ стоекъ изъ одного двутавроваго желѣза (Таб. 153, черт. 1770).

При помощи фасоннаго и листового желѣзъ можно составлять, для остова металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ, стойки разнообразнаго поперечнаго сѣченія. Стойки подобнаго рода находятъ примѣненіе въ такомъ случаѣ, если онѣ, вслѣдствіе особеннаго рода устройства потолка, подвергаются значительному усилію, или если онѣ проходятъ черезъ нѣсколько этажей, причемъ толщина стѣны больше полкирпича, или при значительной длинѣ и большомъ разстояніи ихъ другъ отъ друга.

Чертежи 1782 и 1783 на таб. 153 показываютъ горизонтальный разрѣзъ и видъ угловой стойки трубчатаго вида; на чертежѣ 1784 на таб. 153 представленъ горизонтальный разрѣзъ стойки, къ которой примыкаетъ перегородка, а на чертежѣ 1785 на таб. 153 — горизонтальный разрѣзъ оконнаго косяка. На чертежѣ 1786 на таб. 153 показано соединеніе оконнаго косяка со смежною стойкою, къ которой примыкаетъ перегородка.

Часто встрѣчаются металлическія фахверковыя стѣны большой жесткости, устроенныя съ главными и второстепенными стойками, изъ которыхъ первыя обыкновенно расположены въ плоскости стропильныхъ фермъ. Съ послѣдними главныя стойки нерѣдко соединяются въ одно цѣлое. Главнымъ и угловымъ стойкамъ даютъ въ такомъ случаѣ часто трубчатое поперечное сѣченіе (Таб. 153, черт. 1787—1789), второстепеннымъ двутавровое (Таб. 153, черт. 1790) и оконнымъ косякамъ корытообразное (Таб. 150, черт. 1791).

Укосины или подкосы. Укосины должны сопротивляться сжимающему и растягивающему усиліямъ, если онѣ расположены по направленію одной только діагонали клѣтокъ стѣны, и имѣютъ въ такомъ случаѣ обыкновенно поперечное сѣченіе, подобное на поперечное сѣченіе стоекъ, между тѣмъ какъ соединеніе ихъ съ другими частями остова должно быть такое, чтобы оно было въ состояніи сопротивляться растягивающимъ силамъ. Если, напротивъ того, укосины должны быть подвержены только растягивающему усилію, то онѣ должны располагаться въ видѣ перекрещивающихся діагоналей, и для нихъ можно тогда употреблять полосовое и болтовое желѣзо.

Перекрестныя діагональныя укосины изъ такого желѣза располагаются, лучше всего, передъ стѣною, чѣмъ задѣлкѣ клѣтокъ кирпичною кладкою не мѣшается (Таб. 151, 1732—1735).

Соединеніе укосинъ съ нижнею и верхнею обвязками и стойками производится обыкновенно при помощи наугольныхъ накладокъ (Таб. 153, черт. 1792 и 1793). Укрѣпленіе соединенія достигается помощью соединительнаго листа.

Діагональныя связи изъ полосового желѣза прикрѣпляются къ поясамъ или полкамъ остальныхъ составныхъ частей металлическаго остова заклепками или болтами.

Соединеніе по чертежу 1794 на таб. 154 можетъ сопротивляться только небольшому усилію, но можно укрѣпить его соединительнымъ листомъ (Таб. 154, черт. 1895).

Иногда соединительные листы совсѣмъ замѣняютъ укосины.

Ригеля. Расположеніе горизонтальныхъ ригелей между стойками остова фахверковыхъ стѣнъ имѣетъ цѣлью, придавать послѣднимъ бо́льшую жесткость и ограничить площадь клѣтокъ, чтобы величина ихъ соотвѣтствовала толщинѣ задѣлки.

Вслѣдствіе этого, ригеля имѣютъ значеніе только при заполненіи клѣтокъ стѣнъ кирпичною кладкою толщиною въ $1/4$ и $1/2$ кирпича. Обыкно-

венно оказывается квадратное или полосовое желѣзо достаточнымъ для ригелей; если, однако, желаютъ давать остову бо̀льшую жесткость, то ригеля дѣлаются изъ углового или корытообразнаго желѣза съ обращенными внизъ полками.

Ригеля изъ квадратного и полосового желѣза приклепываются или привинчиваются загнутыми концами къ стойкамъ, а таковые изъ другого фасоннаго желѣза прикрѣпляются къ послѣднимъ наугольными накладками, часто при помощи соединительныхъ листовъ.

Отверстія. Оконныя и дверныя перекладины дѣлаются, какъ и косяки, изъ корытообразнаго желѣза, къ которому обыкновенно приклепывается угловое желѣзо, представляющее притолоку для оконныхъ или дверныхъ рамъ.

Иногда отдѣлка оконныхъ и дверныхъ отверстій производится независимо отъ стѣнныхъ стоекъ. Въ такомъ случаѣ концы перекладинъ должны по крайней мѣрѣ вдаваться въ кладку стѣны; но гораздо прочнѣе бываетъ непосредственное соединеніе перекладинъ со стойками.

Задѣлка клѣтокъ металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ. Задѣлка такихъ стѣнъ производится двоякимъ образомъ: простымъ заполненіемъ клѣтокъ или облицовкою, одновременно съ заполненіемъ клѣтокъ и безъ него. Въ первомъ случаѣ металлическій остовъ стѣны остается виднымъ съ обѣихъ сторонъ, а во второмъ только съ одной, или онъ скрытъ съ обѣихъ сторонъ.

Облицовка металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ съ одной стороны бываетъ необходимою, если онѣ служатъ ограждающими стѣнами жилыхъ зданій, а облицовка ихъ съ обѣихъ сторонъ располагается въ такомъ случаѣ, если требуется по возможности бо̀льшая безопасность отъ пожара.

Клѣтки металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ заполняются преимущественно кладкою изъ кирпичей всякаго рода; рѣдко употребляются для этой цѣли гипсъ, бетонъ, тесаный и бутовой камни.

Клѣтки металлической фахверковой стѣны, устроенной для удобной разборки, заполняются искусственными плитами разнаго рода, какъ то: изъ ксилолита, пробковаго дерева, стекла и т. п.

Особенно плиты изъ пробковаго дерева доставляютъ весьма значительную безопасность отъ пожара и представляютъ одновременно очень дурные теплопроводники, что во многихъ случаяхъ оказывается въ высокой степени желательнымъ.

Обыкновенная толщина кирпичной задѣлки клѣтокъ стѣнъ составляетъ $^1/_2$ кирпича, но встрѣчается также толщина въ $^1/_4$ кирпича и въ 1 кирпичъ, а при склепанныхъ стойкахъ еще бо̀льшая толщина.

Наименьшіе размѣры фасоннаго желѣза для остова металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ зависятъ отъ измѣреній каменнаго матеріала, употребляемаго для заполненія клѣтокъ стѣны, такъ-какъ желательно, чтобы пояса или полки фасоннаго желѣза охватывали каменную задѣлку клѣтокъ стѣны.

Если кирпичная задѣлка клѣтокъ производится на цементномъ растворѣ, то поверхности желѣзныхъ частей, соприкасающіяся съ послѣднимъ, не должны окрашиваться масляною краскою, такъ какъ цементъ отлично пристаетъ къ желѣзу.

б. *Чисто металлическія стѣны.* Таковыя стѣны состоятъ изъ остова изъ чугуна или прокатнаго желѣза различныхъ профилей, обшитаго съ одной стороны или съ обѣихъ сторонъ обыкновеннымъ листовымъ или волнистымъ желѣзомъ, пресованными плитами изъ литого желѣза и чугунными и даже стальными плитами. При перегородкахъ изъ балочнаго волнистаго желѣза обыкновенно въ остовѣ не нуждаются.

При неотапливаемыхъ строеніяхъ обшивка остова дѣлается съ одной наружной стороны, а при отапливаемыхъ жилыхъ зданіяхъ, для предохраненія внутренности послѣднихъ отъ слишкомъ скораго и сильнаго измѣненія температуры, съ обѣихъ сторонъ, наружной и внутренней. Промежутокъ между наружною и внутреннею обшивками остается незаполненными или заполняется дурными теплопроводниками, какъ-то: глиною, золою, инфузорною землею, шлаковою шерстью, мелкимъ торфомъ, дредревесною шерстью и древесными опилками.

Часто наружная обшивка производится изъ желѣза, а внутренняя изъ дерева или подобнаго матеріала, или внутренняя желѣзная обшивка дѣлается по войлоку.

Въ диду того, что желѣзо не проницаемо для воздуха, необходимо заботиться о достаточной вентиляціи внутренности зданія.

Для этой цѣли можно пользоваться промежуткомъ между наружною и внутреннею обшивками, снабжая обѣ части обшивки внизу и вверху

отверстіями. При сильномъ жарѣ внутреннее и нижнее и наружное верхнее отверстія должны быть открытыми, а при сильномъ холодѣ, наоборотъ, только-что упомянутыя отверстія остаются закрытыми, а внутреннее верхнее и наружное нижнее открываются.

Смотря по жесткости обшивки стѣнъ, остовъ устраивается болѣе или менѣе крѣпко. Такъ, напримѣръ, у остова стѣны не важное значеніе, если обшивка стѣны остоитъ изъ чугуна или балочнаго волнистаго желѣза; тогда онъ служитъ преимущественно только для прикрѣпленія обшивки.

При обшивкѣ малой жесткости остовъ устраивается точно такъ же, какъ остовъ металлическихъ фахверковыхъ стѣнъ.

Обшивка волнистымъ желѣзомъ. Для обшивки чисто металлическихъ стѣнъ обыкновенно употребляется плоское волнистое желѣзо, ширина волнъ котораго больше высоты ихъ. Толщина волнистаго желѣза принимается обыкновенно въ 1 mm. (№ 19)*; она, однако, зависитъ, какъ и профиль волнистаго желѣза, отъ свободной длины листовъ его, т.-е. отъ разстоянія ригелей, къ которымъ они прикрѣпляются, и отъ давленія вѣтра, которому они подвергаются. На чертежахь 1796—1798 на таб. 154 представлены употребительныя профили плоскаго волнистаго желѣза для обшивки стѣнъ.

Стѣны, обшиваемыя плоскимъ волнистымъ желѣзомъ, требуютъ подобнаго остова, какъ металлическія фахверковыя стѣны съ задѣлкою клѣтокь кирпичною кладкою, при чемъ слѣдуетъ предпочитать совершенно устроенный остовъ, въ составъ котораго входятъ укосины или подкосы.

При небольшихъ строеніяхъ въ сплошныхъ фундаментахъ не нуждаются, почему они часто пропускаются и, взамѣнъ ихъ, располагаются отдѣльные столбики или рядъ свай.

При обшивкѣ стѣны съ одной лишь стороны, она производится обыкновенно снаружи.

Листы волнистаго желѣза устанавливаются такъ, что направленіе волнъ вертикально, при чемъ они сбоку взаимно перекрываются на половину ширины волны, между тѣмъ какъ перекрой листовъ по высотѣ долженъ составлять отъ 80 mm. до 100 mm. (3″ — 4″). Листы сбоку склепываются между собою заклепками, располагаемыми на взаимномъ разстояніи приблизительно въ 30 cm. (1′). Въ мѣстахъ перекрытія листовъ, для прикрѣпленія ихъ въ остовѣ должны быть расположены ригеля, разстояніе которыхъ другъ отъ друга поэтому зависитъ отъ длины листовъ волнистаго желѣза, употребляемаго въ дѣло.

Прикрѣпленіе волнистаго желѣза къ ригелямъ производится при помощи заклепокъ, клямръ (Таб. 154, черт. 1799 и 1800) или крючкообразныхъ болтотъ (Таб. 154, черт. 1801 a и b и 1802 a и b). Если ригеля состоятъ изъ дерева, то обыкновенно употребляется для настоящей цѣли щурупъ особенной формы, показанный на чертежахъ 1503 a и b на таб. 154.

Прикрѣпленіе волнистаго желѣза заклепками примѣняется только при стѣнахъ небольшихъ размѣровъ, или если онѣ составлены изъ отдѣльныхъ досокъ. При стѣнахъ большей площади употребляются, смотря по профили и положенію фасоннаго желѣза, изъ котораго состоятъ ригеля, клямры или крючкообразные болты.

У мѣста прикрѣпленія волнистаго желѣза къ ригелямъ посредствомъ клямръ приходится еще соединить отдѣльные листы въ среднихъ горизонтальныхъ стыкахъ заклепками, расположенными въ каждомъ гребнѣ волнъ.

Крючкообразные болты употребляются преимущественно для прикрѣпленія верхняго ряда листовъ волнистаго желѣза (Таб. 154, черт. 1804), чтобы облегчить составленіе обшивки, такъ-какъ клямры въ остальныхъ рядахъ могутъ приклепываться къ волнистому желѣзу передъ прикрѣпленіемъ его къ ригелямъ. Склепываніе листовъ волнистаго желѣза производится по окончательномъ составленіи стѣны. Между клямрами и ригелями долженъ оставаться небольшой запасъ для свободнаго движенія обшивки, происходящаго отъ расширенія ея при измѣненіи температуры (Таб. 154, черт. 1805). При крючкообразныхъ болтахъ, для такой же цѣли, отверстія въ волнистомъ желѣзѣ дѣлаются продолговато-круглой формы (Таб. 154, черт. 1806).

Клямры и крючкообразные болты располагаются при узкихъ волнахъ волнистаго желѣза черезъ каждые 2 или 3 гребня волнъ, а при широкихъ волнахъ черезъ каждые 4 или 5.

Они должны прикрѣпляться непремѣнно къ гребню волнъ волнистаго желѣза; иначе обшивка не будетъ достаточной плотности.

---

*) См. „Приложеніе“.

На чертежахъ 1807—1813 на таб. 154 представлены различные способы соединенія листовъ волнистаго желѣза между собою на углахъ.

У отверстій въ стѣнѣ присоединеніе волнистаго желѣза будетъ проще всего, если обрамленіе отверстій состоитъ изъ углового желѣза (Таб. 154, черт. 1814). Часто мѣсто присоединенія скрывается листовымъ цинкомъ, чугуномъ (Таб. 154, черт. 1815) и фасоннымъ желѣзомъ разнаго рода въ связи съ деревомъ (Таб. 154, черт. 1816).

Иногда волнистое желѣзо располагается между стойками металлическаго остова, а не передъ ними. Остовъ устраивается въ такомъ случаѣ подобнымъ образомъ, какъ это показано было въ предыдущемъ; но употребляются, смотря по обстоятельствамъ, для стоекъ также угловое или тавровое желѣза.

Промежутки между стойками при такомъ положеніи волнистаго желѣза не раздѣляются ригелями на отдѣльныя клѣтки, но за то между горизонтальными стыками волнистаго желѣза вставляется зетовое (|/|) желѣзо, чтобы возможно было приклепывать къ нему волнистое желѣзо съ обѣихъ сторонъ (Таб. 154, черт. 1817).

Если листы волнистаго желѣза непосредственно должны соединяться между собою, то можно располагать въ мѣстѣ соединенія ихъ между стойками горизонтальное угловое желѣзо въ видѣ ригеля, къ которому приклепывается оба соединяемыхъ листа (Таб. 154, черт. 1818).

Если нижняя обвязка металлическаго остова стѣны состоитъ изъ двухтавроваго (|—|) или корытообразнаго (|_|) желѣза съ обращенными вверхъ поясами или полками, то послѣднія должны снабжаться отверстіями для удобнаго стока дождевой воды, которая могла бы скопляться въ нихъ.

Листы волнистаго желѣза значительной высоты укрѣпляются на разстояніи 2 m (6²/₃′) другъ отъ друга горизонтальнымъ полосовымъ, угловымъ или корытообразнымъ желѣзами, которые приклепываются къ отдѣльнымъ волнамъ листового желѣза и безъ прекращенія подходящимъ изгибомъ охватываютъ стойки остова.

Верхняя обвязка должна состоять изъ зетоваго (|/|) или корытообразнаго (|‾|) желѣза, или къ волнистому желѣзу дожны снутри и снаружу приклепываться уголки.

Въ мѣстахъ перекрещенія стѣнъ располагаются, смотря по надобности, стойки изъ углового (Таб. 154, черт. 1819 и 1820) или тавроваго желѣзъ (Таб. 154, черт. 1821 и 1822).

Верхняя и нижняя обвязки дѣлаются, для удобнаго соединенія ихъ съ волнистымъ желѣзомъ, часто изъ углового желѣза. Нижняя обвязка скрѣпляется болтами непосредственно съ фундаментною кладкою (Таб. 154, черт. 1823) или посредствомъ кусковъ изъ листового желѣза, расположенныхъ подъ нею (Таб. 154, черт. 1924 и 1825). Если нижняя обвязка лежитъ на сплошномъ фундаментѣ, то мѣсто соприкосновенія заливаютъ цементомъ и уплотняютъ, кромѣ того, мѣсто присоединенія волнистаго желѣза къ уголку цементнымъ растворомъ (Таб. 154, черт. 1826).

Вообще слѣдуетъ при устройствѣ металлическихъ стѣнъ обратить вниманіе на то, чтобы въ нихъ не было никакихъ углубленій, въ которыхъ могла бы скопляться вода; а если профили фасоннаго желѣза, употребленнаго въ дѣло, способствуетъ скопленію воды, то приходится, для стока ея, располагать въ надлежащихъ мѣстахъ отверстія въ желѣзныхъ частяхъ остова.

Если употребляютъ, вмѣсто плоскаго волнистаго желѣза, балочное волнистое желѣзо, то можно устраивать по большему сопротивленію послѣдняго, остовъ гораздо проще, а при перегородкахъ между каменными стѣнами остовъ иногда совсѣмъ пропускается. Впрочемъ, устройство остова и способы прикрѣпленія при обѣихъ сортахъ волнистаго желѣза безразличны.

Г. Потолки.

Если желѣзныя балки служатъ поддерживающими прогонами деревянныхъ потолковъ, то послѣдніе устраиваются такъ, какъ это изложено было въ сюда относящейся главѣ. Деревянныя потолочныя балки располагаются надъ желѣзными поддерживающими прогонами (Таб. 97, черт. 951 и 952) или между ними, при чемъ потолочныя балки и желѣзные поддерживащіе прогоны могутъ имѣть различную (Таб. 97, черт. 953 и 954) или равную высоту (Таб. 97, черт. 955 и 956). Если желѣзный поддерживающій прогонъ долженъ быть невиднымъ, то промежутки между поясами двутав-

роваго желѣза выкладываются пористыми кирпичами, которые оштукатуриваются, или прогонъ обшивается досками, прибитыми гвоздями къ деревяннымъ колодкамъ, которыя привинчиваются болтами, на разстояніи отъ 3′—4′ другъ отъ друга, къ стѣнкѣ двутавровой балки (Таб. 97, черт. 952).

Если деревянныя потолочныя балки обладаютъ равною высотою съ поддерживающимъ двутавровымъ прогономъ, то онѣ должны прекращаться Концы ихъ упираются въ такомъ случаѣ въ нижніе пояса двутавровой балки, къ стѣнкѣ которой онѣ, сверхъ того, еще прикрѣпляются посредствомъ уголковъ, заклепокъ и болта (Таб. 97, черт. 955 и 956).

Если высота деревянныхъ потолочныхъ балокъ меньше высоты поддерживающаго двутавроваго прогона, то первыя упираются въ горизонтальную полку уголка, прикрѣпленнаго заклепками къ стѣнѣ послѣдней. Двѣ деревянныхъ балки, примыкающія съ обѣихъ сторонъ къ двутавровому прогону, можно еще соединить желѣзными накладками a (Таб. 97 черт. 953 и 954).

Если потолочныя балки, какъ и поддерживающіе прогоны, состоятъ изъ двутавроваго желѣза, то потолокъ съ простымъ настиломъ можно устраивать по чертежамъ 957 и 958 на таб. 97. Каждая доска настилки привинчивается однимъ болтомъ къ верхнему поясу балки.

Чертежи 959 и 960 на таб. 97 показываютъ потолокъ съ половиннымъ чернымъ поломъ между желѣзными балками и подшивкою. Черный полъ упирается въ бруски, привинченные къ стѣнкѣ двутавровой балки, и, сверхъ того, еще въ досчатую подшивку. Половыя доски прикрѣпляются къ поясамъ двутавровыхъ балокъ помощью желѣзныхъ крючковъ a.

На чертежахъ 961 и 962 на таб. 97 представленъ сводчатый потолокъ изъ пористыхъ или пустотѣлыхъ кирпичей, толщиною въ 1/4 кирпича, съ накатомъ и поломъ.

На чертежахъ 963 и 964 на таб. 98 изображенъ потолокъ изъ гипса съ накатомъ и поломъ, по такъ-называемой парижской системѣ. Въ этомъ случаѣ гипсовый потолокъ долженъ выдерживать только собственный вѣсъ и вѣсъ смазки, между тѣмъ какъ нагрузка потолка накатомъ непосредственно передается на желѣзныя балки. Залитый гипсъ поддерживается рѣшеткою изъ квадратнаго брускового желѣза. Остальныя подробности устройства потолка видны изъ чертежей.

Для устройства потолковъ въ настоящее время часто употребляется прямое или сводчатое балочное волнистое желѣзо, профиль котораго замѣчательна тѣмъ, что высота волны больше ея ширины. Листы такой формы обладаютъ значительнымъ сопротивленіемъ изгибу при небольшомъ вѣсѣ. Прямое балочное волнистое желѣзо употребляется только для перекрытія небольшихъ пролетовъ. На чертежахъ 965 и 966 на таб. 98 показанъ потолокъ изъ прямого балочнаго волнистаго желѣза, которое расположено между двутавровыми балками и упирается въ уголки, прикрѣпленные заклепками къ стѣнкамъ балокъ. Надъ волнистымъ желѣзомъ располагаютъ слой бетона и песку, между тѣмъ какъ собственно полъ состоитъ изъ асфальта. Между горизонтальными полками уголковъ и нижними поясами балокъ плотно вставляются деревянные бруски, къ которымъ прибивается досчатая подшивка для штукатурки.

Иногда прямое балочное волнистое желѣзо упирается въ нижніе пояса двутавровыхъ балокъ (Таб. 98, черт. 967 и 968). Промежутокъ между верхними поясами балокъ и волнистымъ желѣзомъ заполняется въ такомъ случаѣ тощимъ цементнымъ растворомъ. Такой способъ устройства можно рекомендовать только тогда, когда допускается лишь малая высота балокъ. Заполняющимъ матеріаломъ служатъ также бетонъ, шлакъ, песокъ и глина. Устройство досчатаго пола съ накатомъ не представляетъ въ данномъ случаѣ никакого затрудненія.

На чертежахъ 969 и 970 на таб. 98 представленъ потолокъ изъ балочнаго волнистаго желѣза, расположеннаго надъ верхними поясами двутавровыхъ балокъ. Поддерживающіе прогоны и потолочныя балки остаются здѣсь видными.

Волнистое желѣзо покрывается слоемъ бетона, поверхность котораго сглаживается. Такіе потолки устраиваются для заводовъ, фабрикъ, амбаровъ и пр.

Чертежи 971 и 972 на таб. 98 представляютъ потолокъ изъ сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза. Сводчатое волнистое желѣзо можетъ выдержать нагрузку, которая приблизительно въ четыре раза больше нагрузки, выдерживаемой прямымъ волнистымъ желѣзомъ равнаго поперечнаго сѣченія и пролета. Стрѣлка сводчатаго волнистаго желѣза дѣлается обыкновенно отъ 1/10 до 1/12 пролета. Особенно рекомендуются потолки изъ сводчатаго волнистаго желѣза для такихъ помѣщеній, гдѣ

образуется много водяного пара, сгущающагося у нижней поверхности потолка. Вода, происходящая отъ сгущенія пара, притекаетъ къ опорамъ, откуда она отводится желобами.

На закраинахъ нижнихъ поясовъ двутавровыхъ балокъ располагаются чугунныя трехгранныя призмы (Таб. 98, черт. 973), которыя для большей жесткости снабжаются вертикальными ребрами. Въ эти призмы упираются края сводчатаго волнистаго желѣза. Тамъ, гдѣ указанное желѣзо упирается въ стѣну, располагается горизонтальное угловое желѣзо (Таб. 98, черт. 974).

Пазухи сводчатаго волнистаго желѣза заполняются очень тощимъ или шлаковымъ бетономъ, покрываемымъ асфальтовымъ или цементнымъ слоемъ, или на бетонъ наносится слой глины, песка, шлака или строительнаго мусора съ накатомъ и чистымъ поломъ.

Потолки иногда устраиваются при помощи выпуклыхъ желѣзныхъ плитъ, прессованныхъ въ формахъ въ видѣ сомкнутаго свода со стрѣлкою, величиною въ $1/10$ пролета (Таб. 98, черт. 975, 976). Такія выпуклыя плиты имѣютъ въ планѣ приблизительно квадратную форму и прикрѣпляются заклепками къ верхнимъ поясамъ двутавровыхъ балокъ.

Стыки сверху покрываются однотавровымъ желѣзомъ, а снизу полосовымъ желѣзомъ. Верхнее заполненіе потолковъ изъ выпуклыхъ плитъ состоитъ изъ различнаго матеріала, какъ при потолкахъ изъ балочнаго волнистаго желѣза.

Въ данномъ примѣрѣ заполненіе состоитъ изъ бетона съ накатомъ и чистымъ поломъ.

На чертежахъ 977, 978 и 979 на таб. 98 представлены поперечный и продольный разрѣзы и верхній видъ потолка, устроеннаго помощью половинныхъ выпуклыхъ плитъ извѣстной формы и цилиндрическихъ плитъ съ выпуклостью вверхъ.

Д. Крыши.

Общія замѣчанія. Стропильныя фермы открытыхъ крышъ большихъ пролетовъ, каковы: крыши заводовъ, фабрикъ, пассажирскихъ платформъ, мастерскихъ и др., въ настоящее время устраиваются почти исключительно изъ желѣза. Желѣзо обладаетъ гораздо бо́льшимъ сопротивленіемъ дѣйствующимъ силамъ, чѣмъ дерево, такъ-что поперечное сѣченіе составныхъ частей желѣзныхъ стропильныхъ фермъ можетъ быть гораздо меньше поперечнаго сѣченія частей фермъ изъ дерева. Въ силу этого, открытыя крыши изъ желѣза показываютъ легкій и изящный видъ, между тѣмъ какъ крыши такого же вида изъ дерева дѣлаютъ тяжелое и некрасивое впечатлѣніе.

Сначала чугунъ, какъ строительный матеріалъ для металлическихъ крышъ, находилъ обширное примѣненіе; но вскорѣ, по значительнымъ недостаткамъ его и такъ-какъ цѣна на сварочное и особенно на литое желѣзо, вслѣдствіе усовершенствованія способовъ производства этихъ сортовъ, все болѣе и болѣе понижалась, между тѣмъ какъ произведенное количество ихъ соотвѣтственно увеличивалось, — чугунъ сталъ постепенно вытѣсняться изъ употребленія. Въ настоящее время чугунъ встрѣчается при устройствѣ крышъ только еще въ связи съ желѣзомъ, при чемъ онъ употребляется исключительно для сжатыхъ частей фермъ, башмаковъ подушекъ и др., между тѣмъ какъ части фермъ, подвергающіяся растягивающему усилію, изготовляются непремѣнно изъ желѣза, а преимущественно изъ литого желѣза.

Но и для сжатыхъ частей фермъ чугунъ въ настоящее время рѣдко находитъ примѣненіе, такъ-какъ развился новый типъ стропильныхъ фермъ, при которомъ всѣ составныя части послѣднихъ состоятъ изъ фасоннаго желѣза. Фермы такого вида отличаются въ особенности малосложностью сопряженій составныхъ частей ихъ, вслѣдствіе чего сберегается много работы.

Формы желѣзныхъ крышъ. Относительно формы желѣзныхъ крышъ замѣтимъ, что двускатныя крыши бываютъ наиболѣе употребительны для построекъ всякаго рода, между тѣмъ какъ цилиндрическая форма примѣняется преимущественно для крышъ пассажирскихъ платформъ, рынковъ, зданій для выставокъ и т. п., т.-е. для крышъ построекъ значительной ширины. Купольныя крыши встрѣчаются при газоемахъ, круглыхъ паравозныхъ зданіяхъ и т. п. Для покрытія фабричныхъ и заводскихъ зданій находятъ обширное примѣненіе зубчатыя крыши. Кромѣ того, устраиваются еще часто изъ желѣза навѣсы разнаго вида.

Важнѣйшія составныя части крышъ. Важнѣйшія составныя части крышъ представляютъ

стропильныя фермы, стропильныя ноги, прогоны и поперечная связь отдѣльныхъ стропильныхъ фермъ другъ съ другомъ.

Желѣзныя крыши могутъ быть крыши съ прогонами въ общемъ и также въ тѣсномъ смыслѣ.

Крыши послѣдняго вида отличаются, какъ извѣстно, тѣмъ, что досчатая обшивка или кровельный матеріалъ, какъ напримѣръ волнистое желѣзо или волнистый цинкъ, непосредственно поддерживается прогонами, упирающимися въ верхнiй поясъ стропильныхъ фермъ, такъ-что стропильныя ноги становятся излишними.

При крышахъ съ прогонами въ общемъ смыслѣ, напротивъ того, стропильныя ноги поддерживаютъ кровельный матеріалъ и передаютъ давленіе снѣга и вѣтра прогонамъ, въ которые онѣ упираются. Прогоны также, какъ и при крышахъ перваго вида, непосредственно поддерживаются верхнимъ поясомъ стропильныхъ фермъ.

Нерѣдко встрѣчаются крыши цилиндрической формы, устроенныя просто изъ сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза, при чемъ это желѣзо одновременно представляетъ кровельную оболочку и поддерживающія сооруженія. Распоръ такихъ крышъ на опорныя стѣны уничтожается затяжками, расположенными на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга и подвѣшенными подвѣсными болтами. Въ настоящее время этотъ типъ крышъ, по значительнымъ недостаткамъ его, выходитъ изъ употребленія. Рекомендуется устраивать крыши такого вида только для временныхъ строеній и для таковыхъ небольшой ширины и поддерживать сводчатое балочное волнистое желѣзо легкими стропильными фермами.

Подобнымъ образомъ устраиваются двускатныя и односкатныя крыши изъ прямого балочнаго волнистаго желѣза.

Системы стропильныхъ фермъ. Всѣ системы стропильныхъ фермъ должны быть построены, лучше всего, такимъ образомъ чтобы онѣ представляли статически опредѣлимое сооруженіе, т.-е. чтобы число k узловъ (мѣстъ соединенія отдѣльныхъ частей фермы другъ съ друвомъ) и число n составныхъ частей (стержней) фермы удовлетворяли уравненію

$$n = 2k - 3 \text{ или вообще } n = 2k - s,$$

гдѣ s означаетъ число неизвѣстныхъ опорныхъ сопротивленій, и чтобы три общихъ условія равновѣсія были достаточны для опредѣленія опорныхъ сопротивленій; поэтому число послѣднихъ должно быть не больше трехъ.

Три условія равновѣсія — слѣдующія:

Сумма 1) горизонтальныхъ, 2) вертикальныхъ и 3) статическихъ моментовъ относительно произвольной точки должны равняться нулю.

Число панелей стропильной фермы должно быть четное, чтобы не появилась средняя панель, требующая обратныхъ діагональныхъ раскосовъ, чѣмъ система фермы становится статически неопредѣлимою. Кромѣ того, слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы стержни фермы, подвергающіеся сжатію, не сдѣлались слишкомъ длинными, такъ-какъ они въ такомъ случаѣ, для достаточнаго сопротивленія продольному изгибу, должны получать большее поперечное сѣченіе. По такой же причинѣ оказывается полезнымъ, при примѣненіи вертикальныхъ стержней или стоекъ, располагать наклонные стержни такъ, чтобы они подвергались преимущественно растягивающему усилію.

Смотря по роду поддерживанія стропильныхъ фермъ, различаютъ 3 группы ихъ.

а. *Балочныя стропильныя фермы*, которыя при вертикальныхъ нагрузкахъ вызываютъ одни лишь вертикальныя опорныя сопротивленія (Таб. 99, черт. 980—992). Это случается, если одинъ конецъ стропильной фермы можетъ свободно скользить по опорѣ, а именно по мѣрѣ того, какъ это требуютъ упругія измѣненія длины стержней фермы, происходящія отъ нагрузки, и измѣненія длины ихъ, причиняемыя измѣненіемъ температуры.

б. *Навѣсныя стропильныя фермы*, на опоры которыхъ дѣйствуютъ одно опорное сопротивленіе и одинъ моментъ (Таб. 110, черт. 1030).

в. *Арочныя стропильныя фермы*, опорныя сопротивленія которыхъ также при однѣхъ лишь вертикальныхъ нагрузкахъ имѣютъ наклонное направленіе (Таб. 100, черт. 1).

а. *Балочныя стропильныя фермы*. Балочныя стропильныя фермы могутъ быть разсматриваемы какъ раскосныя фермы съ нижнимъ и верхнимъ поясами, раскосами и тягами. Верхнiй и нижнiй пояса могутъ быть прямо- и криволинейны.

Системы балочныхъ фермъ. Наиболѣе употребительныя системы сторпильныхъ фермъ слѣдующія.

1) **Простая треугольная ферма** (Таб. 99, черт. 980). Простая треугольная ферма устраи-

вается для крышъ съ пролетами отъ 5 до 6 m 17′ до 20′) и состоитъ изъ двухъ стропильныхъ ногъ, нижніе концы которыхъ соединены затяжкою. Послѣдняя въ серединѣ подвѣшивается къ коньку при помощи подвѣсного болта или вертикальной струны.

Затяжка иногда приподнимается къ серединѣ (Таб. 99, черт. 981), такъ-что уклонъ его составляетъ отъ 1:5 до 1:6. Этимъ напряженія въ стропильныхъ ногахъ и затяжкѣ увеличиваются.

2) **Растяжная система, французская** или **бельгійская** или **система Полонсо.** Различаютъ однoподкосную систему (Таб. 99, черт. 984) и трехподкосную систему (Таб. 99, черт. 985). Стропильныя фермы этой системы составляются изъ двухъ отдѣльныхъ фермъ a b c и a′ b′ c′, прислоняющихся въ конькѣ однимъ концомъ другъ къ другу и упирающихся другимъ концомъ въ стѣны, на которыя онѣ производятъ боковое давленіе. Для уничтоженія послѣдняго, соединяютъ обѣ фермы, каждую въ одной узловой точкѣ, другъ съ другомъ затяжкою c c′ и, чтобы придать цѣлой фермѣ свойство статически опредѣлимой балочной фермы, дѣлаютъ одинъ конецъ ея подвижнымъ по опорѣ. Отдѣльныя фермы указанной системы могутъ имѣть и другія произвольныя формы, но каждая про себя должна быть статически опредѣлима.

Стропильныя ноги или верхній поясъ фермы подпираются подкосами, перпендикулярно расположенными къ первымъ и подвѣшенными помощью струнъ или тягъ къ концамъ отдѣльныхъ фермъ.

Одноподкосная система примѣняется для пролетовъ отъ 10 до 16 m (отъ 33′ до 50′), а трехподкосная для пролетовъ отъ 20 до 25 m (65′ до 80′).

Стропильныя ноги и подкосы подвергаются сжатію, а струны и затяжки растяженію.

Система Полонсо примѣняется для крышъ, кровельный матеріалъ которыхъ требуетъ стропильныхъ ногъ, упирающихся въ прогоны, которые могутъ имѣть разстояніе другъ отъ друга до 4 m (13′).

При многочисленныхъ точкахъ нагрузки, находящихся на недалекомъ разстояніи другъ отъ друга, число подкосовъ стропильной фермы по системѣ Полонсо становится слишкомъ великимъ, отчего происходитъ излишняя затрата матеріала. Если, не смотря на то, въ такомъ случаѣ примѣняется система Полонсо, то рекомендуется располагать прогоны также между узловыми точками верхняго пояса фермы, подвергающагося тогда также изгибающему усилію, требующему увеличенія поперечнаго сѣченія пояса.

Стропильная ферма особаго вида по системѣ Полонсо показана на таблицѣ 98, черт. 2. Крутая часть скатовъ крыши покрывается обыкновенно стекляною кровлею.

3) **Подвѣсная нѣмецкая система.** Раскосы или подкосы расположены при подвѣсной нѣмецкой системѣ перпендикулярно къ верхнему поясу или стропильной ногѣ, и тяги или струны наклонно (Таб. 99, черт. 986 и 987). Число раскосовъ зависитъ преимущественно отъ длины верхняго пояса фермы, такъ-какъ разстояніе раскосовъ или узловъ другъ отъ друга не должно превосходить 4 m (13′). Но такое разстояніе оправдывается только въ такомъ случаѣ, если кровельный матеріалъ требуетъ деревянной обшивки или обрѣшетки, поддерживаемой стропильными ногами. При кровлѣ изъ волнистаго желѣза, напротивъ того, разстояніе угловъ другъ отъ друга всегда дѣлается меньшимъ, соотвѣтственно сопротивленію волнистаго желѣза, такъ какъ непремѣнно рекомендуется, располагать узлы тамъ, гдѣ находятся прогоны. Это дѣйствительно также для слѣдующихъ системъ фермы.

4) **Подвѣсная англійская система.** Подвѣсная англійская система представляетъ раскосную ферму съ наклонными раскосами и вертикальными тягами (Таб. 99, черт. 988 и 989). Эта система имѣетъ то неудобство, что наиболѣе длинныя части ея — раскосы — подвергаются сжатію, отчего происходитъ продольный изгибъ ихъ, требующій большаго поперечнаго сѣченія.

Приподнятіемъ нижняго пояса или затяжки длина раскосовъ сокращается. Уголъ наклоненія затяжки къ горизонту долженъ быть принимаемъ не больше 10°. Взаимное разстояніе узловъ верхняго пояса должно быть не больше 4 m (13′), на основаніи какой мѣры опредѣляется и число раскосовъ. Но при англійской системѣ оказывается выгоднымъ недалекое разстояніе узловъ, при которомъ положеніе сжатыхъ раскосовъ получается менѣе наклонное. Въ виду этого, стропильная ферма по подвѣсной англійской системѣ оказывается удобною для крышъ, кровельный матеріалъ которыхъ требуетъ близкаго разстоянія прогоновъ.

5) **Подвѣсная американская система.** При подвѣсной американской системѣ сжатые раскосы имѣютъ вертикальное положеніе, а тяги или струны расположены наклонными (Таб. 99,

черт. 990). Поэтому длина раскосовъ меньше, чѣмъ при англійской системѣ. Стропильныя фермы по указанной системѣ также устраиваются съ приподнятыми затяжками.

При системахъ 3—5 затяжка иногда имѣетъ уклонъ книзу. Это бываетъ необходимо тогда, если при очень плоскихъ крышахъ высота стропильной фермы выходитъ слишкомъ малая.

6) **Серповидныя стропильныя фермы.** При серповидныхъ стропильныхъ фермахъ оба пояса могутъ обладать искривленною формою (Таб. 100, черт. 3) или одинъ лишь верхній поясъ. Наиболѣе выгодную форму искривленныхъ поясовъ представляетъ парабола, потому что при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ напряженія въ нихъ приблизительно равной величины, а напряженія въ раскосахъ равняются нулю. Такъ-какъ отъ этого обстоятельства происходящее сбереженіе матеріала довольно незначительно, то рекомендуется, по эстетическимъ причинамъ, замѣнять параболы дугами круга.

Въ прежнія времена устраивали преимущественно серповидныя стропильныя фермы для поддерживанія цилиндрическихъ крышъ, которыя при большихъ пролетахъ доставляютъ сбереженіе матеріала противъ прямолинейныхъ фермъ. Но такъ-какъ наклонное давленіе вѣтра на крыши большихъ пролетовъ у неподвижной опоры производитъ значительный распоръ на стѣны, послѣднія же бываютъ обыкновенно большой высоты, то это давленіе представляетъ для нихъ значительную опасность. Эта опасность будетъ тѣмъ больше, чѣмъ выше расположены опоры стропильныхъ фермъ. Въ виду этого, предпочитаютъ въ настоящее время для поддерживанія цилиндрическихъ крышъ арочныя стропильныя фермы съ глубоко вдающимися концами, которые, для уничтоженія распора, крѣпкими желѣзными якорями связываются непосредственно съ фундаментомъ стѣнъ.

Вообще можно сказать, что треугольная форма стропильной фермы, обусловленная формою крыши, бываетъ тѣмъ менѣе цѣлесообразна, чѣмъ больше подъемъ крыши въ отношеніи къ пролету ея. При пролетахъ приблизительно до 25 m (82′) недостатки этой нецѣлесообразной формы крыши бываютъ еще мало замѣтны и большею частью уравновѣшиваются нѣкоторыми преимуществами, доставляемыми плоскими скатами крышъ съ равномѣрнымъ наклономъ. Но если пролетъ крыши больше 25 m (82′), то большій расходъ матеріала на устройство стропильныхъ фермъ треугольной формы становится уже очень замѣтнымъ. Съ этихъ поръ форма стропильной фермы собственно не должна была бы обусловливаться формою крыши, но, наоборотъ, форма крыши должна была бы быть зависима отъ цѣлесообразной формы стропильной фермы.

7) **Треугольныя стропильныя фермы.** Треугольныя стропильныя фермы составляются изъ отдѣльныхъ треугольниковъ и имѣютъ обыкновенно прямолинейный верхній поясъ (Таб. 99, черт. 991 и 992, и таб. 100, черт. 4).

Къ стропильнымъ фермамъ подобнаго вида причисляются также фермы, которыя по виду представляютъ арочныя фермы (Таб. 100, черт. 5), но которымъ придаютъ свойство балочныхъ фермъ, сдѣлая одинъ конецъ фермъ подвижнымъ по опорѣ (черт. 993 таб. 99).

Стропильныя фермы по чертежамъ 991 и 992 на таб. 99 рекомендуются для крышъ незначительнаго наклона, такъ-какъ опоры этихъ фермъ расположены ниже верхняго ограниченія стѣнъ зданія, и поэтому достигается бо́льшая высота фермъ, чѣмъ напряженія въ отдѣльныхъ стержняхъ уменьшаются и устройство узловъ дѣлается удобнѣе. Кромѣ того, вслѣдствіе низкаго положенія опоръ упомянутыхъ фермъ, способствуется устойчивости стѣнъ зданія.

8) **Стропильныя фермы для односкатныхъ крышъ.** Односкатныя крыши представляютъ половину двускатныхъ крышъ и устраиваются обыкновенно, какъ послѣднія. Онѣ прислоняются, за рѣдкими исключеніями, къ выше возведенной части зданія, вслѣдствіе чего онѣ обыкновенно поддержаны въ верхнемъ концѣ своемъ массивными стѣнами, между тѣмъ какъ нижній конецъ ихъ упирается также въ массивныя стѣны или, что нерѣдко встрѣчается, въ балки или фермы, подпертыя колоннами или стойками.

Стропильныя фермы для односкатныхъ крышъ раздѣляются на слѣдующія двѣ группы.

a. Стропильныя фермы представляютъ балки или фермы, *свободно лежащія на двухъ опорахъ неравной высоты* (Таб. 110, черт. 1025, 1026 и 1028). Фермы такого рода вызываютъ, при горизонтальныхъ опорахъ и вертикальныхъ нагрузкахъ, одни лишь вертикальныя опорныя сопротивленія.

Стропильныя фермы этой группы устраиваются для крышъ съ пролетами прибли-

зительно до 7 m (24′) и, при не слишкомъ далекомъ разстояніи ихъ другъ отъ друга, просто въ видѣ двутавровыхъ балокъ, а при бóльшихъ пролетахъ — по виду клепанныхъ, рѣшетчатыхъ и раскосныхъ фермъ, какъ это видно изъ предыдущихъ чертежей.

β. *Стропильныя фермы, свободно лежащія на опорахъ равной высоты.* Такія фермы представляютъ половинчатыя фермы двускатныхъ крышъ и устраиваются по различнымъ системамъ. На чертежѣ 1031 на таб. 110 показана стропильная ферма для односкатной крыши по англійской системѣ.

9) **Стропильныя фермы зубчатыхъ крышъ.** О зубчатыхъ крышахъ вообще уже раньше было поговорено.

Стропильныя фермы зубчатыхъ крышъ могутъ быть разсматриваемы какъ полуфермы, упирающіяся однимъ концомъ въ вертикальную или наклонную ферму.

Въ послѣдней расположены горбыли для укрѣпленія стекляной кровли. На чертежахъ 1032 до 1035 таб. 110 представлено нѣсколько примѣровъ для устройства стропильныхъ фермъ для зубчатыхъ крышъ.

Стропильная ферма, показанная на чертежѣ 1033 таб. 110, рекомендуется тамъ, гдѣ она должна выдерживать нагрузку валовъ и пр.; если этого не требуется, то предпочитаютъ стропильную ферму по чертежу 1034 таб. 110.

Если ферма, въ которую упираются стропильныя полуфермы, имѣетъ вертикальное положеніе, то разжелобки становятся очень узкими, вслѣдствіе чего накопленіе въ нихъ снѣга, очень неудобно, особенно тогда, если длина ихъ очень значительна. Это неудобство будетъ менѣе чувствительнымъ, если наклонъ упомянутой поддерживающей фермы составляетъ отъ 75° до 80° къ горизонту.

Иногда случается, что полыя чугунныя колонны, подпирающія стропильныя фермы зубчатыхъ крышъ, одновременно служатъ для стока дождевой и снѣговой воды. Но это во многихъ отношеніяхъ не выгодно и, при сильномъ морозѣ, даже станетъ опаснымъ.

10) **Стропильныя фермы для крышъ со свѣшивающимися концами** (Таб. 100, черт. 6—8). Стропильныя фермы указаннаго вида упираются, на подобіе балочныхъ стропильныхъ фермъ, въ двѣ опоры и имѣютъ еще одинъ или два за послѣднія наружу свѣшивающихся конца, которые про себя представляютъ навѣсныя фермы, связанныя съ внутреннею частью стропильной фермы. Фермы такого вида могутъ быть разсматриваемы какъ особый типъ.

Пролетъ балочныхъ стропильныхъ фермъ рѣдко превосходитъ 35 до 40 m (115′ до 130′). Впрочемъ, какъ уже раньше было сказано, по извѣстнымъ причинамъ рекомендуется, поддерживать крыши большихъ пролетовъ арочными фермами съ глубоко вдающимися концами, доходящими до фундаментовъ стѣнъ зданія.

Разстояніе стропильныхъ фермъ другъ отъ друга колеблется вообще между предѣлами отъ 2 до 6 m (7′ до 20′); обыкновенно оно принимается, соотвѣтственно выгодной свободной длинѣ прогоновъ, въ 3 до 4,5 m (10′ до 15′).

Это разстояніе зависитъ также отъ размѣровъ плана зданія, такъ-какъ для одного и того же зданія разстояніе стропильныхъ фермъ другъ отъ друга по возможности должно дѣлаться одинаковымъ.

Кромѣ того, взаимное размѣщеніе стропильныхъ фермъ обусловливается еще распредѣленіемъ оконныхъ отверстій въ фронтовыхъ стѣнахъ зданія, такъ-какъ стропильныя фермы, лучше всего, располагаются въ серединѣ простѣнковъ; и наконецъ разстояніе стропильныхъ фермъ другъ отъ друга находится еще въ зависимости отъ того, что для достиженія хорошой поперечной связи, какъ мы послѣ увидимъ, требуется четное число фермъ.

Излишне располагать стропильныя фермы у щипцовъ зданія, потому что концы прогоновъ могутъ упираться непосредственно въ кладку щипцовыхъ стѣнъ, при чемъ, конечно, слѣдуетъ заботиться о подушкахъ подходящей формы для опоры прогоновъ. Этимъ сберегаются двѣ стропильныхъ фермы.

Разсчетъ балочныхъ стропильныхъ фермъ на двухъ опорахъ заключается въ опредѣленіи напряженій, вызываемыхъ въ отдѣльныхъ составныхъ частяхъ ихъ различными нагрузками, какъ-то: собственнымъ вѣсомъ и давленіемъ снѣга и вѣтра.

Опредѣленіе этихъ напряженій можетъ производиться аналитическимъ путемъ по способу Риттера или по графическому способу Кремона. Обыкновенно предпочитается послѣдній способъ разсчета, потому что онъ проще и скорѣе доводитъ

до цѣли, чѣмъ аналитическій способъ, и, кромѣ того, доставляетъ безъ дальнѣйшаго труда удобную повѣрку вѣрности результатовъ. Особенно при разсчетѣ напряженій, происходящихъ въ стержняхъ фермы отъ давленія вѣтра, графическій способъ Кремона доставляетъ значительное облегченіе противъ аналитическаго способа Риттера.

Замѣтимъ, что графическій способъ Кремона примѣнимъ только для статически опредѣлимыхъ фермъ, состоящихъ изъ треугольниковъ и удовлетворяющихъ обоимъ слѣдующимъ условіямъ.

1) Ферма должна обладать хотя однимъ узломъ, въ которомъ сходятся два стержня, принадлежащіе къ ея контуру;

2) въ составъ фермы не должны входить треугольники, состоящіе изъ однихъ лишь внутреннихъ стержней.

При графическомъ разсчетѣ стропильной фермы слѣдуетъ вычерчивать три діаграммы напряженій въ стержняхъ фермы: одну отъ постоянной нагрузки (собственный вѣсъ и давленіе снѣга) и двѣ отъ давленія вѣтра, справа и слѣва. Необходимость разсматривать отдѣльно дѣйствіе вѣтра справо и слѣва объясняется тѣмъ, что для обоихъ случаевъ опорныя сопротивленія различны по величинѣ, а для неподвижной опоры, сверхъ того, также по направленію.

Величину и направленіе сопротивленія у неподвижной опоры необходимо знать для опредѣленія степени устойчивости стѣны, въ которую упирается стропильная ферма.

Относительно нагрузки и производства разсчета стропильныхъ фермъ, указываемъ на данныя, формулы и діаграммы въ „Приложеніи".

б. *Навѣсныя стропильныя фермы.* Навѣсныя стропильныя фермы могутъ быть разсматриваемы какъ фермы, закрѣпленныя однимъ лишь концомъ. Поэтому стѣна или коконна, въ которую упирается навѣсная стропильная ферма, должна сопротивляться опорному давленію ея и, кромѣ того, вращающему моменту, происходящему отъ собственнаго вѣса и нагрузки фермы.

Обыкновенно системы навѣсныхъ стропильныхъ фермъ бываютъ статически опредѣлены. Опоры устраиваются въ такомъ случаѣ неподвижными.

Вращенію навѣсной стропильной фермы около неподвижной опоры препятствуется скрѣпленіемъ верхней коньковой точки A (Таб. 110, черт. 1030) со стѣною или подвѣшиваніемъ фермы особою подвѣсною струною (Таб. 110, черт. 1029) или, наконецъ, поддерживаніемъ фермъ подкосомъ. Въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ коньковая точка не должна быть соединена со стѣною, такъ-какъ этимъ ферма становилась бы статически неопредѣлимою.

Нерѣдко навѣсныя стропильныя фермы по чертежу 1030 на таб. 110 въ точкахъ A и B присоединяются къ стѣнѣ неподвижными шарнирами. Статическую опредѣлимость фермы сохраняютъ въ такомъ случаѣ, пропуская стержень, соединящій точки A и B другъ съ другомъ.

Въ виду только-что изложенаго, навѣсныя стропильныя фермы могутъ раздѣляться на три группы:

1) **Навѣсныя стропильныя фермы съ подвѣсною струною** (Таб. 110, черт. 1029). При такихъ фермахъ оба опорныхъ сопротивленія имѣютъ наклонное направленіе. Смотря по величинѣ нагрузки и пролета, навѣсныя стропильныя фермы съ подвѣсною струною устраиваются съ сплошными стѣнками или въ видѣ рѣшетчатой либо раскосной фермы.

2) **Навѣсныя стропильныя фермы съ подкосомъ.** Навѣсныя стропильныя фермы такого вида вызываютъ также наклонныя опорныя сопротивленія и устраиваются точно такъ же, какъ и фермы съ подвѣсною струною.

3) **Навѣсныя стропильныя фермы безъ подвѣсной струны и подкоса** (Таб. 110, черт. 1030). Фермы подобнаго вида находятся въ равновѣсіи при помощи наклоннаго опорнаго сопротивленія B и горизонтальнаго A. Эти фермы примѣняются только при небольшихъ пролетахъ навѣсовъ.

Относительно разсчета навѣсныхъ стропильныхъ фермъ, указываемъ на „Приложеніе".

в. *Арочныя стропильныя фермы.* Арочныя стропильныя фермы представляютъ фермы съ неподвижными опорами или съ опорами лишь съ ограниченною подвижностью. Эти фермы передаютъ на опоры наклонныя давленія, оказывающіяся для фронтовыхъ стѣнъ зданія тѣмъ болѣе опасными, чѣмъ выше расположены опоры. Поэтому рекомендуется, располагать пяты арочныхъ фермъ столь низко, чтобы онѣ могли упираться непосредственно въ фундаментныя стѣны. Арочныя фермы устраиваются для гражданскихъ построекъ почти исключительно съ тремя шарнирами, чѣмъ

система дѣлается статически опредѣлимою. Чертежи 9 и 10 на таблицѣ 100 представляютъ сюда относящіеся примѣры.

Если пяты арочныхъ фермъ соединяются между собою затяжкою и если одна опора дѣлается подвижною, то такія фермы, относительно опорныхъ сопротивленій, обладаютъ свойствами балочныхъ стропильныхъ фермъ; но, для опредѣленія напряженій въ составныхъ частяхъ, фермы такого вида должны быть разсматриваемы какъ арочныя фермы, потому что разстояніе пятъ всегда должно равняться горизонтальной проекціи затяжки и поэтому не можетъ свободно измѣняться. Вслѣдствіе этого, напряженіе горизонтальнаго или наклоннаго направленія въ затяжкѣ передается на составныя части фермы, т.-е. послѣднею вызываются всегда наклонныя опорныя сопротивленія. Во избѣжаніе статической неопредѣлимости, арочныя фермы упомянутаго вида снабжаются также тремя шарнирами.

Затяжки бываютъ горизонтальны (Таб. 101, черт. 1) или искривлены вверхъ (Таб. 101, черт. 2). Во всякомъ случаѣ затяжка, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, при помощи подвѣсныхъ болтовъ, подвѣшивается къ фермѣ, при чемъ разстояніе болтовъ другъ отъ друга должно быть не больше 10 m (33′).

Подвѣсными болтами передаются на половины арочныхъ фермъ растягивающія усилія. Чтобы арочныя фермы надежно могли выдерживать послѣднія и непосредственныя нагрузки, онѣ должны быть устроены съ жесткимъ поперечнымъ сѣченіемъ, т.-е. такъ, чтобы онѣ могли сопротивляться изгибающимъ моментамъ.

При небольшихъ пролетахъ арочныя фермы устраиваются какъ клепанныя балки со сплошными стѣнками, при бо́льшихъ же — въ видѣ рѣшетчатыхъ фермъ.

Арочныя фермы съ затяжками располагаются почти исключительно попарно, при чемъ разстояніе ихъ другъ отъ друга составляетъ обыкновенно 0,8 до 1,2 m (2′ 9″ до 4′), но встрѣчается также разстояніе въ 1,5 m. (5′). Каждая пара фермъ соединяется между собою крѣпкою поперечною связью, такъ-что она представляетъ одно цѣлое устойчивое сооруженіе. Разстояніе попарно расположенныхъ стропильныхъ фермъ другъ отъ друга можетъ быть больше, чѣмъ разстояніе одиночныхъ фермъ.

Фонарь. Фонари устраиваются надъ крышами. Фермы фонарей упираются обыкновенно въ верхній поясъ стропильныхъ фермъ, въ составъ которыхъ онѣ входятъ. При составленіи фермъ фонарей слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы стропильныя фермы вмѣстѣ съ послѣдними не становились статически неопредѣлимыми. Проще всего составляютъ ферму фонарей, прибавляя къ статически опредѣлимой стропильной фермѣ постепенно по два стержня и одинъ узелъ.

Устройство стропильныхъ фермъ. 1) **Разсчетъ поперечнаго сѣченія составныхъ частей стропильныхъ фермъ** показанъ въ „Приложеніи“.

2) **Форма поперечнаго сѣченія составныхъ частей стропильныхъ фермъ.** Стержни стропильной фермы подвергаются, смотря по ихъ положенію въ составѣ послѣдней, растягивающему или сжимающему усилію. Хоть бы стержни, предназначенные сопротивляться однимъ лишь растягивающимъ усиліямъ, могли быть устроены изъ полосового желѣза, однако, по разсматриваемымъ послѣ причинамъ, они изготовляются обыкновенно съ жесткими поперечными сѣченіями. При этомъ слѣдуетъ подбирать послѣднія симметрической формы, чтобы избѣгать односторонняго присоединенія стержней къ соединительнымъ листикамъ, вслѣдствіе чего на соединительныя заклепки или болты дѣйствовалъ бы изгибающій моментъ, и также соединительный листъ могъ бы изгибаться. При симметрической формѣ стержней передача силъ происходитъ вездѣ въ той же самой плоскости, т.-е. въ плоскости стропильной фермы, такъ-какъ симметрическія части стержней имѣютъ равное разстояніе отъ плоскости стропильной фермы.

Поперечное сѣченіе поясовъ зависитъ, прежде всего, отъ расположенія соединительныхъ листовъ. Если соединеніе частей фермы между собою производится одиночнымъ соединительнымъ листомъ, то поясъ составляется изъ двухъ симметрическихъ половинъ, обхватывающихъ соединительный листъ.

Такъ-какъ въ промежуткѣ между обѣими частями пояса возобновленіе окраски очень затруднительно и, поэтому, почти нельзя препятствовать образованію ржавчины, то иногда этотъ промежутокъ заполняется полосовымъ желѣзомъ, которое одновременно можетъ служить для увеличенія сопротивленія верхняго пояса продольному изгибу.

Если имѣются двойные соединительные листы на наружныхъ сторонахъ пояса, то форма поперечнаго сѣченія его обыкновенно бываетъ однотавро-

вая (┬), которая также можетъ образоваться нѣсколькими, преимущественно двумя, частями безъ промежутка (Таб. 101, черт. 8).

Одиночнымъ соединительнымъ листамъ даютъ толщину во всякомъ случаѣ не меньше толщины частей пояса, но лучше двойную толщину ихъ Въ послѣднемъ случаѣ соединительный листъ можетъ служить для образованія стыка пояса; кромѣ того, число присоединительныхъ заклепокъ стержней къ соединительному листу будетъ небольшое, и послѣднiй самъ можетъ дѣлаться короткимъ.

Толщина каждаго изъ двойныхъ соединительныхъ листовъ принимается равною толщинѣ желѣза пояса.

Если напряженія въ отдѣльныхъ стержняхъ пояса по величинѣ мало различаются другъ отъ друга, то рекомендуется дѣлать пеперечное сѣченіе пояса, по всей его длинѣ, одинаковой формы и величины. При этомъ приходится по возможности избѣгать стыковъ въ прямолинейныхъ поясахъ, такъ-какъ при отсутствіи стыковъ число заклепокъ для присоединенія соединительнаго листа зависитъ только отъ разницы напряженій обоихъ смежныхъ стержней пояса въ разсматриваемой узловой точкѣ.

Верхній поясъ. Наиболѣе употребительная форма поперечнаго сѣченія верхняго пояса составляется изъ двухъ равнобокихъ (┐┌) или неравнобокихъ (┐┌) уголковъ (Таб. 101, черт. 3); при послѣднихъ длинныя полки расположены обыкновенно въ вертикальной плоскости. Наименьшіе размѣры уголковъ бываютъ 45 × 45 × 7 mm, а наибольшіе — произвольны, смотря по надобности, до 150 × 150 × 14 mm и больше. Предлагаемое поперечное сѣченіе очень рекомендуется для верхняго пояса, потому что оно дозволяетъ удобное присоединеніе раскосовъ къ соединительному листу, помѣщенному между вертикальными полками отдѣльныхъ уголковъ. Поперечныя связи стропильныхъ фермъ также легко можно производить при помощи соединительныхъ листовъ, приклепываемыхъ снизу или сверху къ полкамъ уголковъ, лежащимъ въ плоскости, параллельной скату крыши. Кромѣ того, указанное поперечное сѣченіе доставляетъ прогонамъ удобную опору.

Какъ уже сказано было, часто заполняется промежутокъ между вертикальными полками уголковъ полосовымъ желѣзомъ.

Если это не дѣлается, то для того, чтобы обѣ части пояса сопротивлялись продольному изгибу, какъ одно цѣлое, прокладываютъ между ними по крайней мѣрѣ короткіе куски изъ полосового желѣза на разстояніи въ 35 до 50 cm (14″ до 20″) другъ отъ друга и склепываютъ ихъ съ вертикальными полками уголковъ пояса.

Увеличеніе площади предлагаемаго поперечнаго сѣченія очень рѣдко производится поясными накладками (Таб. 101, черт. 4), но лучше посредствомъ вертикальнаго листа между уголками (Таб. 101, черт. 5). Для того, чтобы въ вертикальномъ листѣ отъ давленія не происходили выпуклыя мѣста, выступающая за уголки часть вертикальнаго листа дѣлается не больше 10δ до 12δ, гдѣ δ означаетъ толщину листа. Если вертикальный листъ предназначенъ только для усиленія сопротивленія поперечнаго сѣченія продольному изгибу, то онъ можетъ непосредственно служить соединительнымъ листомъ для присоединенія раскосовъ къ верхнему поясу (Таб. 108, черт. 1003, см. промежуточные узлы), или взамѣнъ вертикальнаго листа располагается особый соединительный листъ (Таб. 108, черт. 1003, см. коньковый узелъ). Въ такомъ случаѣ швовъ между вертикальнымъ и соединительнымъ листами покрывается двойными накладками. Удобное расположеніе стыковъ вертикальнаго листа довольно трудно, но въ большинствѣ случаевъ можно обходиться и безъ стыковъ.

Предлагаемое поперечное сѣченіе рекомендуется особенно тогда, если верхній поясъ долженъ сопротивляться еще прибавочному изгибающему усилію, т.-е. если прогоны расположены также между узлами. Въ этомъ случаѣ оказывается полезнымъ, усиливать профиль пояса въ мѣстахъ опоры прогоновъ приклепанными съ обѣихъ сторонъ уголками, перпендикулярными къ оси верхняго пояса (Таб. 101, черт. 6 и 7). Площадь поперечнаго сѣченія можно усиливать поясными накладками, какъ это показано пунктиромъ на чертежѣ 5 на таб. 101.

Если, во избѣжаніе промежутка между уголками, послѣдніе располагаются вертикальными полками, плотно прилегающими другъ къ другу, то получается поперечное сѣченіе, требующее двойныхъ соединительныхъ листовъ (Таб. 101, черт. 8). Эта форма верхняго пояса мало употребительна.

При болѣе значительныхъ усиліяхъ рекомендуется крестообразное поперечное сѣченіе верхняго пояса, составленное изъ четырехъ уголковъ (Таб. 101, черт. 9). Это поперечное сѣченіе обладаетъ значительною жесткостью и доставляетъ возмож-

ность, совершенно центрально присоединить поперечную связь смежныхъ фермъ къ поясу. Менѣе удобнымъ оказывается поддерживаніе прогоновъ, которое можетъ производиться только помощью вертикальнаго соединительнаго листа, толщиною не меньше 15 до 20 mm, и платформы изъ уголковъ (Таб. 101, черт. 10—12).

Увеличеніе и уменьшеніе площади крестообразнаго поперечнаго сѣченія достигается употребленіемъ уголковъ различныхъ размѣровъ, увеличеніе — также двумя вертикальными листами (Таб. 101, черт. 13).

При этой формѣ поперечнаго сѣченія пояса располагаются также желѣзныя прокладки, разстояніе которыхъ при маленькихъ профиляхъ можетъ составлять до 1 m (3′ 4″), при большихъ же приблизительно до 1,5 m (5′).

Только-что сказанное дѣйствительно и для поперечнаго сѣченія, составленнаго изъ четырехъ штукъ квадрантнаго желѣза. Хотя такое поперечное сѣченіе рѣдко встрѣчается, оно, однако, оказывалось бы цѣлесообразнымъ для частей верхняго пояса большой длины и при значительныхъ напряженіяхъ въ нихъ.

Двутавровое поперечное сѣченіе верхняго пояса образуется различнымъ образомъ. Предлагаемое сѣченіе, по роду сѣченія двутавровой клепанной балки, оказываетъ тотъ недостатокъ, что присоединеніе раскосовъ къ поясу затруднительно. Обыкновенно приклепываются къ каждому узлу два уголка, между которыми помѣщается соединительный листъ (Таб. 101, черт. 14). Еще лучше, располагать соединительный листъ между уголками верхняго и нижняго поясовъ клепанной балки; въ такомъ случаѣ соединительный листъ занимаетъ мѣсто вертикальной стѣнки и долженъ соедняться съ послѣднею двойными накладками (Таб. 101, черт. 15)

Вмѣсто сплошной вертикальной стѣнки располагаютъ иногда рѣшетку, замѣняемую въ узлахъ соединительнымъ листомъ. Такая конструкція можетъ рекомендоваться.

Двутавровое поперечное сѣченіе хорошо сопротивляется изгибающему усилію и, поэтому, можетъ примѣняться съ успѣхомъ для арочныхъ фермъ съ затяжкою или безъ нея.

Двутавровое поперечное сѣченіе составляется также двумя коробками (Таб. 101, черт. 16); промежутокъ между ними дѣлается, лучше всего, равнымъ двойной толщинѣ стѣнокъ ихъ. Разстояніе желѣзныхъ прокладокъ между коробками можетъ составлять приблизительно 1,5 m (5′), а при профиляхъ значительной величины до 2 m ($6^1|_2$′).

Недостатокъ этой формы поперечнаго сѣченія представляетъ то обстоятельство, что изгибаніе коробокъ, какъ это необходимо у отдѣльныхъ узловъ криволинейныхъ поясовъ, весьма затруднительно, почему и слѣдовало бы располагать у каждаго узла стыкъ коробокъ.

Вмѣсто двухъ коробокъ для составленія двутавроваго поперечнаго сѣченія можно употреблять также 4 уголка (Таб. 101, черт. 17), допускающіе болѣе удобное изгибаніе въ выше упомянутомъ случаѣ и измѣненіе величины поперечнаго сѣченія.

Прибавкою вертикальныхъ листовъ отъ предыдущаго поперечнаго сѣченія происходитъ сѣченіе по черт. 18 на таб. 101.

Нижній поясъ. Нижній поясъ балочныхъ стропильныхъ фермъ образуется въ настоящее время почти исключительно изъ двухъ уголковъ (_||_), въ которыхъ, благодаря ихъ жесткости, напраженія бываютъ равномѣрно распредѣлены. Поперечное сѣченіе нижняго пояса, составленное изъ одного или нѣсколькихъ штукъ полосового желѣза, постаменныхъ на ребро, все болѣе и болѣе выходитъ изъ употребленія, такъ-какъ у нихъ незначительная жесткость и тяжелый некрасивый видъ. Кромѣ того, при двухъ полосовыхъ желѣзахъ небольшихъ размѣровъ равномѣрное натягиваніе ихъ при производствѣ работы бываетъ почти невозможно; отъ этого же происходитъ несимметрическая передача силъ и одностороннее и слишкомъ значительное усиліе одного изъ обоихъ полосовыхъ желѣзъ и соединительныхъ средствъ.

Обыкновенно уже два уголка оказываются совершенно достаточными для нижняго пояса, подвергающагося одному лишь растягивающему усилію, и рѣдко станетъ необходимымъ крестообразное поперечное сѣченіе, составленное изъ четырехъ уголковъ.

Круглое поперечное сѣченіе вообще оказывается цѣлесообразнымъ для стержней фермы, подвергающихся растягивающемъ усилію.

Напряженія въ стержняхъ изъ круглаго желѣза могутъ регулироваться приспособленіями различнаго вида (Таб. 110, черт. 1040, и таб. 111, черт. 1041 - 1046), но соединеніе такихъ стержней съ другими бываетъ довольно сложно, какъ это

ясно будетъ изъ черт. 3 и 6 на таб. 102. По этой причинѣ круглое поперечное сѣченіе для нижняго пояса стропильныхъ фермъ относительно рѣдко встрѣчается.

Раскосы. Для раскосовъ должно употреблять также исключительно жесткія поперечныя сѣченія, составляемыя преимущественно изъ уголковъ.

Если раскосы должны сопротивляться исключительно растягивающему или только незначительному сжимающему усилію, то уголки располагаются параллельно другъ къ другу (Таб. 101, черт. 19), а въ другомъ случаѣ по черт. 20 и 21 на таблицѣ 101.

Особенно послѣдняя форма поперечнаго сѣченія можетъ рекомендоваться, потому что она обладаетъ значительнымъ сопротивленіемъ продольному изгибу и допускаетъ удобное соединеніе раскосовъ съ поясами, при чемъ передача напряженій происходитъ въ вертикальной плоскости стропильной фермы. Желѣзныя прокладки между уголками располагаются по черт. 21 на таб. 101, при чемъ разстояніе ихъ принимается приблизительно въ 1 m (3′4″).

Крестообразная профиль для раскосовъ очень рѣдко станетъ нужною; въ случаѣ надобности, она можетъ быть составлена изъ четырехъ уголковъ или изъ двухъ тавровъ. Раскосы такого вида оказываютъ достаточное сопротивленіе усиліямъ стержней сильно нагруженныхъ стропильныхъ фермъ очень большого пролета.

Тяги или струны стропильныхъ фермъ, подвергающіяся исключительно только растягивающему усилію, иногда еще изготовляются изъ круглаго желѣза, а рѣдко изъ полосового желѣза.

3) **Узлы.** Общія замѣчанія. При разсчетѣ стропильныхъ фермъ предполагается, что линіи тяжести стержней фермы, по которымъ можно представлять себѣ дѣйствующими напряженія въ стержняхъ, пересѣкаются точно въ узловыхъ точкахъ ея. Эти точки представляютъ одновременно точки приложенія внѣшнихъ силъ, и всѣ внутреннія силы въ стержняхъ и внѣшнія силы, дѣйствующія въ каждой изъ узловыхъ точекъ, должны находиться въ равновѣсіи. Кромѣ того, предполагается еще, что всѣ стержни, встрѣчающіеся въ одномъ узлѣ, соединены между собою шарнирами съ проходящимъ болтомъ, или каждый изъ этихъ стержней отдѣльно соединяется шарниромъ съ соединительнымъ листомъ (Таб. 102, черт. 3, 6 и др.).

Требованію, чтобы линіи тяжести стержней точно пересѣкались въ узловыхъ точкахъ, слѣдуетъ удовлетворять во всякомъ случаѣ, между тѣмъ какъ шарнирное соединеніе стержней оказывается въ конструктивномъ отношеніи довольно затруднительнымъ и, кромѣ того, требуетъ значительныхъ издержекъ. Впрочемъ, выгоды соединенія стержней стропильной фермы между собою шарнирами бываютъ столь неважны въ сравненіи съ недостатками его, что приходится предпочитать неподвижное соединеніе стержней заклепками. При этомъ, однако, во избѣжаніе второстепенныхъ напряженій въ стержняхъ фермы, слѣдуетъ обратить особенное вниманіе на правильное распредѣленіе матеріала, симметрическое расположеніе заклепокъ при соединеніи стержней съ соединительнымъ листомъ и, наконецъ, на рѣзкую встрѣчу среднихъ линій стержней въ одной точкѣ. Симметрическимъ расположеніемъ заклепокъ достигается, что равнодѣйствующая заклепочныхъ усилій совпадаетъ съ линіями тяжести стержней; иначе получается изгибающій моментъ.

Стержни фермы дѣлаютъ по возможности незначительной ширины и проводятъ ихъ какъ можно ближе къ теоретической узловой точкѣ.

Устройство шарнирныхъ соединеній оправдывается для затяжекъ, тягъ или струнъ и подвѣсныхъ болтовъ круглаго поперечнаго сѣченія. Шарнирное соединеніе производится въ такомъ случаѣ обыкновенно при помощи двойныхъ накладокъ (Таб. 102, черт. 3, 5, 6, 9, 10, 12 и 14).

Устройство склепанныхъ узловъ. Склепанные узлы устраиваются посредствомъ соединительныхъ листовъ, которые служатъ для соединенія отдѣльныхъ стержней фермы, встрѣчающихся въ одномъ и томъ же узлѣ.

Можно различать при стропильныхъ фермахъ узлы промежуточные, коньковые и опорные.

а. *Промежуточные узлы.* Если всѣ стержни стропильной фермы, встрѣчающіеся въ промежуточномъ узлѣ, оканчиваются у послѣдняго, то слѣдуетъ отдѣльно соединить каждый стержень съ соединительнымъ листомъ заклепками (Таб. 102, черт. 1, 2 и 5), число которыхъ соотвѣтствуетъ величинѣ напряженія въ немъ.

Если, напротивъ того, поясной стержень проходитъ, безъ прекращенія у узла (Таб. 102, черт. 4, 7, 8, 9 и др.), то число заклепокъ для

присоединенія его къ соединительному листу опредѣляется на основаніи разницы напряженій въ проходящемъ поясномъ стержнѣ на той и другой сторонѣ узла. Въ виду этого, для сбереженія матеріала рекомендуется, располагать какъ можно рѣже стыки поясовъ у узловъ. Обыкновенно получается на заводахъ сортовое желѣзо достаточной длины (14 m и болѣе), чѣмъ доставляется возможность, совершенно избѣгать стыковъ въ поясахъ. Въ такомъ случаѣ площадь поперечнаго сѣченія пояса опредѣляется по наибольшему дѣйствующему въ немъ напряженію. Если сортового желѣза достаточной длины въ распоряженіи нѣтъ, то приходится соединить каждый поясной стержень отдѣльно съ соединительнымъ листомъ. То же самое дѣлается, если при криволинейныхъ поясахъ два смежныхъ стержня образуютъ уголъ значительной величины (Таб. 101, черт. 10), потому что въ такомъ случаѣ стыкъ пояса оказывается удобнѣе изгиба его.

Соединительные листы узловъ могутъ быть одиночные и двойные, но во всякомъ случаѣ размѣры ихъ должны быть по возможности меньше.

При одиночныхъ соединительныхъ листахъ симметрическое, относительно плоскости дѣйствующихъ силъ, присоединеніе стержней фермы къ нимъ возможно только тогда, если каждый изъ присоединяемыхъ стержней составленъ изъ двухъ симметрическихъ частей (Таб. 102, черт. 1—13). Поэтому слѣдуетъ избѣгать присоединенія стержней къ соединительному листу съ одной лишь стороны, потому что, вслѣдствіе односторонняго приклепыванія стержней, соединительныя заклепки подвергаются изгибающему усилію и передача силъ не происходитъ въ плоскости дѣйствующихъ силъ, а эксцентрически, чѣмъ соединительный листъ можетъ изогнуться.

Стержни просто прямоугольнаго и круглаго поперечнаго сѣченія располагаются въ плоскости одиночныхъ соединительныхъ листовъ и соединяются съ послѣдними двойными накладками (Таб. 102, черт. 4, 9, 10 и 12).

Если узлы устраиваются при помощи двойныхъ соединительныхъ листовъ, то присоединеніе стержней съ двойною симметрическою профилью можетъ производиться снаружи и снутри соединительныхъ листовъ, а при стержняхъ съ одиночною сплошною профилью — только снутри.

Узкій промежутокъ между двойными соединительными листами представляетъ извѣстный недостатокъ конструкціи, которая, впрочемъ, при употребительныхъ стропильныхъ фермахъ, встрѣчается довольно рѣдко.

Число заклепокъ, требуемое для прикрѣпленія стержней къ соединительному листу, опредѣляется такъ, чтобы срѣзывающее усиліе заклепокъ не становилось слишкомъ значительнымъ и смятіе, т.-е. давленіе стержня заклепки на цилиндрическую поверхность отверстій склепываемыхъ частей, не превосходило допускаемаго предѣла. Во всякомъ случаѣ число заклепокъ, при тщательной работѣ, должно быть не меньше двухъ, а въ другомъ случаѣ-трехъ, даже тогда, если при разсчетѣ получается одна лишь заклепка.

Подробности разсчета нужнаго числа заклепокъ показаны въ „Приложеніи“.

На заклепки употребляется совершенно однородный и по возможности мягкій матеріалъ, при чемъ сварочное желѣзо должно обладать временнымъ сопротивленіемъ разрыву не менѣе 3800 kg/cm^2 (1500 пуд./$дм^2$.) и относительнымъ удлиненіемъ при разрывѣ не менѣе 18%, а литое желѣзо — временнымъ сопротивленіемъ разрыву не менѣе 3600 kg/cm^2 (1420 пуд./$дм^2$.) и не болѣе 4200 kg/cm^2 (1650 пуд./$дм^2$.) и относительнымъ удлиненіемъ при разрывѣ не менѣе 22%.

Употребительные поперечники заклепокъ, служащихъ для соединенія желѣзныхъ частей гражданскихъ построекъ, принимаются въ 14, 16, 18, 20 и 22 mm; рѣдко встрѣчаются для этой цѣли поперечники въ 12 mm и таковые въ 24 и 26 mm. Для одного и того же сооруженія должно употреблять не болѣе 3 сортовъ заклепокъ.

Вся толщина склепываемыхъ частей должна быть не больше 3 до 3,5 d, въ крайности 4 d, если d означаетъ поперечникъ заклепки; при большей толщинѣ частей, соединеніе производится болтами.

Поперечникъ d заклепокъ принимается, при одиночномъ срѣзываніи, лучше всего, среднимъ числомъ въ 2,25 больше толщины δ приклепываемой части, т.-е. $d = 2{,}25\ \delta$. (Въ Германіи $d = 2\delta$.) Во всякомъ случаѣ должно быть d не $> 2{,}5\,\delta$ и не $< 2\,\delta$. При двойномъ срѣзываніи заклепокъ принимается d не $< 1{,}5\,\delta$ и не $> 1{,}75\,\delta$. (Въ Германіи $d = \delta$.)

Разстояніе заклепокъ другъ отъ друга и отъ краевъ приклепываемой части принимается среднимъ числомъ слѣдующимъ образомъ (см. таб. 101, черт. 22):

$e = 1{,}5$ до $2\ d$,
$e_1 = 2$ до $2{,}5\ d$,
$e_2 = 2{,}5$ до $3\ d$,
$e_3 = 3\ d$.

Заклепки должны быть расположены въ линіи тяжести стержней фермы или симметрически къ ней, такъ-какъ иначе усиліе поперечныхъ сѣченій заклепокъ выходитъ неравномѣрное.

При неширокихъ уголкахъ отклоненіе ряда заклепокъ отъ линіи тяжести бываетъ неизбѣжно, потому что, при правильномъ положеніи заклепокъ, образованіе головокъ послѣднихъ нельзя производитъ достаточной величины. Въ этомъ случаѣ заклепки располагаются въ средней линіи между краемъ одной полки уголка и серединою толщины другой. Такъ-какъ наименьшее разстояніе заклепки отъ края полки должно быть не меньше 1,5 d, то изъ этого слѣдуетъ одновременно, что, соотвѣтственно наименьшему поперечнику заклепки въ 14 mm, топускаемому еще при заклепываніи теплымъ путемъ, наименьшій еще пригодный уголокъ долженъ имѣть размѣры въ 45×45×7 mm (Таб. 101, черт. 23).

При большихъ профиляхъ углового желѣза, разстояніе заклепокъ отъ края полки, по выше указанному способу опредѣленія его, становилось бы слишкомъ великимъ, и полка не плотно прилегала бы къ соединяемой части. Во избѣжаніе этого недостатка, располагаютъ заклепки двумя рядами, при чемъ отдѣльныя заклепки въ обоихъ рядахъ сдвинуты другъ относительно друга. При этомъ располагается наружный рядъ заклепокъ на разстояніи въ 1,5 d отъ края полки, а внутренній рядъ — на разстояніи въ 1,75 d отъ линіи пересѣченія внутреннихъ поверхностей обѣихъ полокъ (Таб. 101, черт. 24).

Если располагать, при присоединеніи стержня фермы къ соединительному листу, заклепки нѣсколькими рядами другъ за другомъ и другъ возлѣ друга, то часто въ первомъ ряду помѣщается только одна заклепка (Таб. 101, черт. 25), а остальныя заклепки располагаются такъ, чтобы сопротивленіе во всѣхъ слѣдующихъ поперечныхъ сѣченіяхъ стержня по осямъ рядовъ заклепокъ было, по крайней мѣрѣ, равнымъ сопротивленію въ первомъ сѣченіи, ослабленномъ одною лишь заклепкою. Въ такомъ случаѣ, при опредѣленіи величины поперечнаго сѣченія стержня, пришлось бы прибавить къ поперечному сѣченію, полученному изъ уравненія $F = \frac{P}{K}$, одно лишь заклепочное отверстіе.

Если присоединяемый стержень фермы состоитъ изъ нѣсколькихъ частей, какъ-то: изъ уголковъ, тавроваго желѣза, листовъ и т. п., то слѣдуетъ располагать для каждой отдѣльной составной части стержня нужное число заклепокъ.

Для прикрѣпленія уголковъ и коробокъ нуждаются нерѣдко въ относительно большомъ количествѣ заклепокъ (5 до 6 и часто болѣе), которыя, при расположеніи другъ за другомъ, образовали бы длинный рядъ. Этого избѣгаютъ, приклепывая къ соединительному листу короткій кусокъ углового желѣза, принимающаго напряженіе полки прикрѣпляемаго уголка, перпендикулярной къ соединительному листу, и передающаго это напряженіе послѣднему (Таб. 101, черт. 26 и 27).

Примѣры для образованія промежуточныхъ узловъ, при различной формѣ поперечнаго сѣченія поясовъ, раскосовъ и тягъ, показываютъ чертежи 995 на таб. 99, чертежи 998, 1003, 1005 и 1006 на таб. 97, чертежи 10, 14 и 15 на таб. 101 и чертежи 1—13 на таб. 102.

б. *Коньковые узлы.* Относительно устройства коньковыхъ узловъ дѣйствительны общія условія образованія узловъ.

Вертикальныя полки уголковъ поясовъ, встрѣчающихся у конька, сращиваются посредствомъ соединительнаго листа a (Таб. 102, черт. 14 и 15), между тѣмъ какъ другія полки сверху соединяются между собою особенною накладкою b. Соединительный листокъ c, расположенный у конька для прикрѣпленія поперечной связи двухъ смежныхъ фермъ, одновременно представляетъ внутреннюю накладку. Иногда замѣняется верхняя плоская накладка b уголкомъ (Таб. 102, черт. 16).

Стыкъ уголковъ производится также безъ накладокъ, только при помощи율 коньковаго соединительнаго листа (Таб. 103, черт. 1 a, b, c). Первый способъ образованія стыка приходится предпочитать.

При коньковомъ узлѣ, показанномъ на чертежѣ 2 таб. 103, соединительный листъ принимаетъ напряженія всѣхъ стержней. Отъ изгиба соединительные листы такого вида предохраняются рѣшетчатою фермою, приклепанною къ нимъ перпендикулярно къ плоскости стропильныхъ фермъ. Такое предохраненіе коньковаго узла отъ отклоненія отъ вертикальной плоскости силъ весьма важно.

Часто коньковые прогоны оказываются для этой цѣли достаточными; но если они состоятъ

изъ дерева и расположены въ большомъ разстояніи отъ узла, то рекомендуется конструкція подобнаго вида, какъ она только-что показана на чертежѣ 2 таб. 103.

На чертежахъ 3 и 4 таб. 103 представлены два примѣра для устройства конковыхъ узловъ стропильныхъ фермъ зубчатыхъ крышъ. Крутой скатъ крыши покрытъ стекляною кровлею. Для защиты отъ холода можно располагать подъ кровлею изъ волнистаго желѣза настилка а изъ гипсовыхъ досокъ (Таб. 103, черт. 4).

в. *Опорные узлы.* Одна опора балочной фермы, по извѣстнымъ причинамъ, должна быть подвижна, а другая неподвижна. Опорное сопротивленіе и напряженія въ обоихъ оконечныхъ стержняхъ стропильной фермы у опорныхъ узловъ должны находиться въ равновѣсіи. Поэтому, направленія этихъ трехъ силъ должны пересѣкаться въ одной точкѣ.

У подвижной опоры опорное сопротивленіе дѣйствуетъ всегда по вертикальному направленію и, лучше всего, въ серединѣ самой опоры. Въ виду этого, точка пересѣченія осей обоихъ оконечныхъ стержней стропильной фермы должна попадать на вертикаль, проходящую черезъ середину опоры.

У неподвижной опоры опорное сопротивленіе можетъ имѣть также наклонное направленіе. Тогда точка пересѣченія осей обоихъ оконечныхъ стержней стропильной фермы разсматривается какъ теоретическая опорная точка послѣдней, а опора устраивается такого вида, чтобы она сама и кладка стѣны, въ которую упирается ферма, могли сопротивляться наибольшему опорному давленію.

При проектированіи стропильныхъ фермъ рекомендуется, сперва начертить оси обоихъ оконечныхъ стержней ея и вертикальную линію опоры, а затѣмъ построить узелъ.

Опорные узлы устраиваются также при помощи соединительнаго листа, толщиною отъ 15 до 20 mm, уравновѣшивающаго дѣйствующія у опоры силы.

Для передачи опорнаго сопротивленія на соединительный листъ служитъ горизонтальная желѣзная плита а, толщиною отъ 1,5 до 2,4 cm, приклепанная къ нижнему краю его посредствомъ двухъ уголковъ (Таб. 103, черт. 5 a и b).

Эту плиту назовемъ скользящею плитою.

Число заклепокъ для присоединенія этихъ уголковъ къ соединительному листу разсчитывается, лучше всего, на основаніи предположенія, что опорное давленіе A оказываетъ стремленіе разрушить связь соединительнаго листа съ уголками. Поэтому слѣдуетъ разсчитывать одноръзныя заклепки каждаго изъ обоихъ уголковъ на равномѣрно распредѣляемую силу $\frac{A}{2}$

Для удобнаго помѣщенія заклепокъ, полученныхъ при разсчетѣ, иногда становятся необходимыми уголки большихъ профилей, или даже слѣдуетъ замѣнить ихъ коробками.

Разстояніе послѣдняго стержня верхняго пояса отъ упомянутыхъ уголковъ должно быть по возможности меньше, такъ-какъ иначе дѣйствіемъ опорнаго давленія слѣдуетъ опасаться изгиба соединительнаго листа.

Во всякомъ случаѣ рекомендуется, для большей безопасности этой части стропильной фермы, усиленіе ея при помощи вертикальныхъ уголковъ, тавровъ или коробокъ, приклепываемыхъ съ обѣихъ сторонъ къ соединительному листу въ такомъ положеніи, чтобы оси ихъ совпадали съ линіею вертикальнаго опорнаго давленія. Усиленіе опорнаго соединительнаго листа по чертежу 5 a таб. 103 менѣе рекомендуется.

Въ подходящихъ случаяхъ горизонтальная скользящая плита, передающая опорное давленіе, приклепывается непосредственно къ нижнему поясу (Таб. 103, черт. 6 a и b).

Встрѣчаются опорные узлы, при которыхъ уголки или коробки верхняго пояса загнуты такъ, что касательная у ихъ концовъ представляетъ вертикальную линію; сверхъ того, одна изъ полокъ этихъ частей загнута еще такимъ образомъ, чтобы она пришлась въ горизонтальную плоскость, чѣмъ дѣлается возможнымъ удобное соединеніе съ подушкою.

Опорные узлы стропильныхъ фермъ односкатныхъ крышъ. При верхнемъ опорномъ узлѣ стропильныхъ фермъ односкатныхъ крышъ часто бываетъ затруднительно, располагать точку пересѣченія осей верхняго и нижняго поясовъ въ серединѣ опоры.

Если, однако, это не дѣлается, то на кладку опоры дѣйствуетъ изгибающій моментъ, и, кромѣ того, соединительный листъ подвергается срѣзывающему усилію. Способъ устройства упомянутаго узла, достойный подражанія, показанъ на чертежѣ 7 таб. 103.

Опорные узлы стропильныхъ фермъ зубчатыхъ крышъ. Опорные узлы стропиль-

ныхъ фермъ зубчатыхъ крышъ устраиваются обыкновенно подобнымъ образомъ, какъ опорные узлы стропильныхъ фермъ двускатныхъ крышъ.

Хорошій примѣръ стропильной фермы зубчатой крыши представленъ на чертежѣ 8 таб. 103.

Здѣсь пояса у опоры соединены соединительнымъ листомъ съ проходящими двутавровыми балками, упирающимися въ чугунныя колонны. Скатъ меньшаго наклона настоящей крыши показываетъ деревянныя стропильныя ноги съ досчатою обшивкою, поддержанныя желѣзными прогонами, между тѣмъ какъ крутой скатъ крыши покрытъ стеклянною кровлею, вверху и внизъ ограниченною досчатою обшивкою. Послѣдняя прибита къ деревяннымъ брускамъ, прикрѣпленнымъ къ желѣзнымъ прогонамъ.

Подобное устройство коньковаго и опорнаго узловъ фермы зубчатой крыши показываютъ черт. 9 и 10 таб. 103. При этой крышѣ плоскій скатъ покрытъ черепицами на досчатой обшивкѣ, прибитой къ деревяннымъ прогонамъ. Одинъ лишь коньковый прогонъ состоитъ изъ корытообразнаго желѣза, между полками котораго расположенъ деревянный брусокъ для прибытія досчатой обшивки. Тавровыя желѣза, поддерживающія стеклянную кровлю, упираются вверху и внизу въ уголки, склепанные съ стропильными фермами и замѣняющіе прогоны. Разжелобокъ надъ колоннами покрытъ листовымъ цинкомъ и служитъ для отведенія дождевой и снѣговой воды.

Устройство узловъ навѣсныхъ и арочныхъ стропильныхъ фермъ существенно не различается отъ устройства узловъ балочныхъ стропильныхъ фермъ, за исключеніемъ опорныхъ узловъ арочныхъ фермъ и скрѣпленія навѣсныхъ фермъ.

Въ составъ опорныхъ узловъ арочныхъ стропильныхъ фермъ идутъ пятовые шарниры, о которыхъ поговоримъ послѣ, при изложеніи устройства опоръ самыхъ.

Цилиндрическія крыши изъ сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза.

Въ настоящее время цилиндрическія крыши для фабрикъ, заводовъ и т. п. нерѣдко устраиваются просто изъ сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза, при чемъ послѣднее представляетъ кровлю и одновременно должно замѣнять стропильныя фермы. Такъ-какъ длина листовъ сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза бываетъ не больше 6 m (20′), то упомянутая крыша составляется изъ нѣсколькихъ частей, соединенныхъ между собою двумя или тремя рядами заклепокъ. Заклепки должны сопротивляться силамъ, дѣйствующимъ по направленію оси волнистаго желѣза, и изгибающимъ моментамъ, происходящимъ отъ односторонней нагрузки крыши.

Распоръ цилиндрической крыши передается на желѣзные прогоны, находящіеся на стѣнѣ у пятъ крыши и, для уничтоженія этого распора, соединенные затяжками, которыя расположены въ взаимномъ разстояніи отъ 2 до 3 m ($6^1/_2$′ до 10′) и подвѣшены подвѣсными болтами къ волнистому желѣзу.

Поэтому, прогоны должны быть устроены такъ, чтобы они могли передавать равномѣрно распредѣленный горизонтальный распоръ на затяжки.

На чертежахъ 1220—1224 таб. 117 представлены различные способы соединенія сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза съ пятовымъ прогономъ и соединенія послѣдняго съ затяжками, которое обыкновенно производится при помощи стульевъ различнаго вида изъ чугуна или желѣза.

Цилиндрическія крыши вышеописаннаво вида безъ стропильныхъ фермъ не обходятся дешевле, чѣмъ таковыя съ стропильными фермами; сверхъ того, онѣ обладаютъ многочисленными недостатками, почему и устраиваются, лучше всего, для однихъ лишь временныхъ строеній и таковыхъ небольшого пролета (см. „Кровля изъ балочнаго волнистаго желѣза“).

4) **Опоры балочныхъ стропильныхъ фермъ.** Какъ уже сказано было, одна опора балочной стропильной фермы должна быть неподвижна, а другая — подвижна, т.-е. сдвижна по направленію оси стропильной фермы.

Различаютъ скользящія, тангенціальныя, балансирныя опоры и опоры на каткахъ.

а. *Скользящая опора.* Скользящая опора состоитъ изъ чугунной или стальной подушки съ возвышенными продольными краями, предназначенными для препятствованія боковогo сдвиженія фермы. Въ эту подушку упирается стропильная ферма посредствомъ извѣстной скользящей плиты толщиною отъ 1,5 до 2,5 m ($^5/_8$″ до 1″), расположенной подъ концами фермы. Для сосредоточиванія опорнаго давленія фермы, скользящей плитѣ должно давать только небольшую длину, и во

всякомъ случаѣ не должно доводить ее до передней кромки подушки, такъ-какъ отъ этого, при изгибѣ фермы, могутъ происходить вредныя сжимающія усилія передняго края подушки. По этой причинѣ и рекомендуется, скашивать переднюю кромку подушки, которая должна имѣть разстояніе въ 3 до 5 m ($1^1/_2$"—2") отъ внутренней кромки опорной стѣны (Таб. 103, черт. 11 и 12).

Неподвижная опора образуется тѣмъ, что выступающія головки заклепокъ, при помощи которыхъ скользящая плита соединена съ фермою, входятъ въ соотвѣтственныя углубленія подушки (Таб. 101, черт. 12). Продольному сдвиженію фермы препятствуется также выступами, расположенными въ серединѣ или въ концахъ возвышенныхъ продольныхъ краевъ подушки (Таб. 103, черт. 13 и 14).

Опоры можно дѣлать неподвижными также помощью болтовъ a, просунутыхъ сквозь дыры, просверленныя въ скользящей плитѣ, и въ горизонтальныхъ полкахъ уголковъ, посредствомъ которыхъ эта плита прикрѣплена къ стропильной фермѣ, и, наконецъ, въ подушкѣ (Таб. 104, черт. 1—5). На предыдущихъ чертежахъ одновременно показанъ примѣръ для устройства опоръ стропильныхъ фермъ, упирающихся въ отдѣльныя желѣзныя стойки. На лѣвой сторонѣ чертежа 2 на таб. 104 представлена только-что описанная неподвижная опора, а на правой сторонѣ — подвижная. При послѣдней болтъ не проходитъ сквозь скользящую плиту и горизонтальныя полки уголковъ, а оканчивается утопленною въ подушкѣ головкою.

Подвижную опору стропильныхъ фермъ получаютъ, пропуская у подушки выступы или располагая головки заклепокъ утопленными въ скользящей плитѣ, или, если головки заклепокъ выступаютъ изъ скользящей плиты, то вынимаютъ въ подушкѣ продольный желобокъ, допускающій свободное скольженіе головокъ по ней (Таб. 103, черт. 12).

Скрѣпленіе подушекъ съ подферменнымъ камнемъ или кладкою при помощи анкерныхъ болтовъ бываетъ излишне; для этой цѣли, въ большинствѣ случаевъ, оказываются достаточными простыя поперечныя (Таб. 103, черт. 11) или перекрестныя приливныя ребра (Таб. 103, черт. 6a, 13a и 14a), выступающія изъ нижней поверхности подушки.

Для равномѣрной передачи опорнаго давленія на кладку стѣны или подферменный камень служитъ слой цемента толщиною въ 1,5 cm (3/4") подъ подушкою.

Слой цемента иногда замѣняется свинцовымъ листомъ, толщиною отъ 3 до 4 mm.

Скрѣпленіе балочныхъ фермъ съ поддерживающей кладкою очень рѣдко оказывается необходимымъ. Въ обыкновенныхъ случаяхъ собственный вѣсъ крыши въ достаточной мѣрѣ противодѣйствуетъ стремленію вѣтра снимать фермы съ опоръ, и только при крышахъ особаго вида, какъ напр. при крышахъ открытыхъ платформъ и т. п., слѣдуетъ опасаться снятія стропильныхъ фермъ. Въ такомъ случаѣ, и также при крышахъ съ свѣшивающимися концами, гдѣ возможно обратное (отрицательное) опорное давленіе, не обходятся безъ скрѣпленія стропильныхъ фермъ съ кладкою. Скрѣпленіе производится посредствомъ тонкихъ болтовъ x, расположенныхъ передъ внутреннею поверхностью поддерживающихъ стѣнъ (Таб. 108, черт. 999 и 1005), при чемъ болты соединяются верхнимъ концомъ съ соединительнымъ листомъ опорнаго узла фермы, между тѣмъ какъ нижній конецъ его сбоку прикрѣпляется къ стѣнѣ; или болты, къ нижнему концу которыхъ приклепаны горизонтальные уголки, заложены въ кладкѣ стѣны, между тѣмъ какъ верхній конецъ ихъ проходитъ сквозь отверстіе въ подушкѣ. Отъ снятія предохраняется стропильная ферма въ такомъ случаѣ при помощи особыхъ узкихъ плитокъ, расположенныхъ подъ гайками болтовъ и покрывающихъ однимъ концомъ горизонтальныя полки уголковъ у концовъ стропильной фермы (Таб. 108, черт. 1003, и таб. 104, черт. 6 и 7). Для того, чтобы возможно было свободное сдвиженіе стропильной фермы по оси ея, у подвижной опоры упомянутыя плитки не должны быть слишкомъ сильно прижимаемы.

При стропильныхъ фермахъ односкатныхъ крышъ для пассажирскихъ платформъ и т. п., вертикальное скрѣпленіе ихъ съ кладкою стѣны, поддерживающей верхній конецъ фермы, бываетъ очень затруднительно, и поэтому скрѣпленіе производится по горизонтальному направленію (Таб. 110, черт. 1025—1027).

Скользящія опоры устраиваются только для балочныхъ стропильныхъ фермъ съ пролетами приблизительно до 20 m (66′), при чемъ опорное давленіе не должно превосходить 20000 kg (1250 пуд.). Если опорное давленіе больше, то простая скользящая опора, оказывается недостаточною, потому что тол

щина подушекъ становится слишкомъ великою и треніе о нихъ столь значительнымъ, что могутъ происходить вредныя усилія стержней фермы и кладки стѣны, въ которую она упирается. Въ такихъ случаяхъ опоры устраиваются въ видѣ тангенціальныхъ или балансирныхъ опоръ, а подвижныя иногда въ видѣ опоръ на каткахъ.

Опоры, у которыхъ возможно вращательное движеніе стропильной фермы, въ сравненіи съ скользящими опорами, доставляютъ ту выгоду, что стропильная ферма можетъ прогибаться такъ, что опорное давленіе не замѣтно измѣняетъ свое положеніе и поэтому всегда равномѣрно передается на подферменный камень или кладку стѣны.

По роду устройства опоръ указаннаго вида различаются тангенціальныя и балансирныя опоры.

б. *Тангенціальныя опоры.* При тангенціальныхъ опорахъ верхняя поверхность подушки образуетъ цилиндрическую выпуклость. Къ концамъ стропильной фермы прикрѣплена плита изъ чугуна или желѣза, толщина которой въ наиболѣе тонкомъ мѣстѣ должна составлять не менѣе 3 cm ($1^1/_4''$). Эта плита соприкасается съ цилиндрическою поверхностью подушки въ одной лишь производящей, около которой стропильная ферма при прогибаніи можетъ производить вращательное движеніе.

У неподвижной опоры сдвиженіе стропильной фермы по направленію оси ея препятствуется круглымъ шипомъ, толщиною отъ 3 до 5 cm ($1^1/_4''$ до $2''$), верхняя часть котораго, выступающая за верхнюю поверхность подушки, имѣетъ коническую форму и входитъ въ соотвѣтственное цилиндрическое гнѣздо въ плитѣ подъ концомъ фермы (Таб. 104, черт. 9).

Такимъ образомъ прогибъ стропильной фермы возможенъ, такъ-какъ между коническимъ шипомъ и цилиндрическимъ гнѣздомъ остается промежутокъ достаточной величины.

Иногда располагаютъ, вмѣсто одного, два шипа съ поперечникомъ отъ 2 до 2,5 cm ($^3/_4''$ до $1''$).

Радіусъ R кривизны верхней поверхности подушки получается изъ формулы

$$R = \frac{90\ (A_{max})^2}{b},$$

гдѣ A_{max} обозначаетъ наибольшее опорное давленіе, а b — ширину цилиндрической поверхности перпендикулярно къ плоскости стропильной фермы. Изъ этой формулы получается R въ сантиметрахъ, если подставляютъ въ ней A_{max} въ тоннахъ и b въ сантиметрахъ.

Боковому сдвиженію стропильной фермы препятствуется, какъ при скользящей опорѣ, возвышенными продольными краями подушки.

Неподвижное положеніе подушки достигается извѣстнымъ образомъ, простыми поперечными или перекрестными ребрами.

Опора подобнаго вида показана на чартежахъ 10—13 таб. 104. Средняя часть подушки образуетъ при подвижной опорѣ такого вида часть цилиндра съ радіусомъ приблизительно въ 12 cm ($5''$) (Таб. 104, черт. 10 и 11), а при неподвижной — полуцилиндръ съ радіусомъ въ 6,5 cm ($2^1/_2''$) (Таб. 104, черт. 12 и 13). Плита, прикрѣпленная къ концамъ стропильной фермы, при подвижной опорѣ снизу ограничена горизонтальною плоскостью, а оказываетъ при неподвижной опорѣ цилиндрическое углубленіе съ радіусомъ въ 7,5 cm ($3''$), въ которое входитъ выше упомянутый полуцилиндръ.

Вслѣдствіе разности величины радіусовъ остается запасъ для свободнаго вращенія стропильной фермы.

Сдвиженію стропильной фермы по направленію оси ея препятствуется еще шипомъ a, входящимъ въ соотвѣтственное гнѣздо, вынутое въ подушкѣ (Таб. 104, черт. 12). Опоры указаннаго вида могутъ быть разсматриваемы какъ переходъ къ опорамъ съ балансиромъ, при чемъ, въ настоящемъ примѣрѣ, послѣдній вмѣстѣ отлитъ съ нижнею балансирною подушкою.

в. *Балансирныя опоры* или *опоры съ балансиромъ.* При опорѣ съ балансиромъ стропильная ферма вращается около цилиндрическаго билансира изъ чугуна, сварочнаго или литого желѣза или стали. Поперечникъ d балансира долженъ быть не меньше 6 cm ($2^1/_2''$), если онъ состоитъ изъ чугуна, и не меньше 5 cm ($2''$), если онъ изготовленъ изъ стали.

Опорное давленіе передается на балансиръ такъ-называемою верхнею подушкою, привинченною къ концамъ стропильной фермы. Балансиръ лежитъ въ цилиндрическомъ гнѣздѣ нижней балансирной подушки, скрѣпленной у неподвижной опоры съ кладкою поддерживающей стѣны или съ подферменнымъ камнемъ, лучше всего, анкерными болтами. Скрѣпленіе ея приливными ребрами уже менѣе рекомендуется.

Между верхнею и нижнею балансирными подушками остается у балансира запасъ въ 10mm (1/2").

Иногда нижняя балансирная подушка вмѣстѣ съ балансиромъ образуетъ одно цѣлое, такъ-называемый стулъ (Таб. 104, черт. 14).

Если опора должна дѣлаться подвижною, то укладываютъ нижнюю балансирную подушку на каткахъ (Таб. 104, черт. 15—18); тогда получаются такъ-называемыя опоры на каткахъ.

г. *Опоры на каткахъ.* Если стропильныя фермы упираются въ одинъ лишь катокъ, то опорное давленіе можетъ передаваться горизонтальною плитою (Таб. 104, черт. 19), при большемъ же числѣ катковъ оказывается цѣлесообразнымъ, устраивать опору на каткахъ въ связи съ балансиромъ (Таб. 104, черт. 17, 18, 20 и 21), потому что такимъ образомъ достигается равномѣрное распредѣленіе опорнаго давленія на отдѣльные катки.

Балансирныя подушки дѣлаются такой ширины, чтобы онѣ выступали на 3 до 5 cm (1 1/2" до 2") за края горизонтальныхъ полокъ опорныхъ уголковъ стропильной фермы.

Длина катковъ мало различается отъ ширины балансирныхъ подушекъ, такъ-какъ нижняя балансирная подушка и подушка подъ катками служатъ для предохраненія послѣднихъ отъ бокового сдвиженія. Для этой цѣли катки у концовъ снабжаются выступающими ребрами, принимающими между собою доску нижней балансирной подушки и прислоняющимися къ возвышенной части подушки подъ катками (Таб. 104, черт. 17 и 18); или обѣ подушки снабжаются боковыми ребрами, выступающими внизъ, относительно вверхъ, подобнымъ образомъ, какъ это показываетъ чертежъ 19 таб. 104. Такія ребра лучше замѣнять привинченными брусками изъ желѣза, чѣмъ опора дѣлается удободоступною и чистка ея значительно облегчается.

Въ взаимномъ параллельномъ положеніи катки удерживаются рамкою изъ полосового желѣза толщиною отъ 10 до 15 mm (3/8" до 5/8") (Таб. 104, черт. 17, 18, 20—22). Высота этой рамы составляетъ приблизительно половину внутренняго поперечника катковъ.

Катки соединяются съ рамою посредствомъ особыхъ цилиндрическихъ цапфъ, находящихся у торцовъ катковъ. Эти цапфы имѣютъ поперечникъ отъ 18 до 20 mm и прилиты непосредственно къ каткамъ или ввинчены въ нихъ (Таб. 104, черт. 18 и 21). Въ своихъ концахъ рамы часто связываются обоими послѣдними катками и гайками, надѣтыми на ихъ цапфы; но болѣе цѣлесообразнымъ оказывается особый болтъ съ поперечникомъ отъ 15 до 30 mm (5/8" до 1 1/4").

Пятовые и ключевые шарниры арочныхъ стропильныхъ фермъ. а. *Пятовые шарниры.* Пятовые шарниры арочныхъ стропильныхъ фермъ представляютъ неподвижную опору особаго вида. Незначительное сдвиженіе пятъ встрѣчается только при арочныхъ фермахъ съ затяжками, приподнятыми или горизонтальными, соединяющими противоположныя пяты ихъ. Направленіе опорнаго давленія можетъ быть произвольнымъ въ плоскости стропильной фермы, такъ-что у пятъ послѣдней встрѣчаются также растягивающія усилія и, поэтому, въ случаѣ надобности, слѣдуетъ заботиться о надежномъ скрѣпленіи пятъ съ кладкою стѣны, поддерживающей ферму.

Если нѣтъ затяжекъ, принимающихъ горизонтальный распоръ арочной фермы, то опорное давленіе, измѣняющее при различныхъ нагрузкахъ свою величину и направленіе, имѣетъ обыкновенно наклонное направленіе. Поэтому, у каждой изъ обѣихъ опоръ арочной стропильной фермы должны передаваться горизонтальная и вертикальная сила. На это обстоятельство слѣдуетъ обратить особое вниманіе, какъ при соединеніи фермы съ опорою, такъ и при соединеніи послѣдней съ кладкою, поддерживающею опору.

Если приходится опасаться скольженія или снятія фермы съ опоры, то должно скрѣпить ферму вверху ея пятъ съ кладкою или соединить ее съ неподвижною подушкою. При этомъ приходится принимать во вниманіе, чтобы вращенію фермы въ шарнирахъ не препятствовалось.

Обыкновенно встрѣчаются у пятъ арочной фермы оконечные стержни верхняго и нижняго поясовъ, оси которыхъ должны пересѣкаться въ теоретической пятовой точкѣ, такъ-какъ опорное сопротивленіе произвольнаго направленія всегда должно проходить черезъ эту точку и напряженія въ обоихъ упомянутыхъ стержняхъ и опорное сопротивленіе должны находиться въ равновѣсіи.

Поперечникъ шарнирнаго болта долженъ быть по возможности меньше, чтобы треніе не препят-

ствовало вращенію половины арочной стропильной фермы около него. При этомъ, однако, поперечникъ долженъ быть такой величины, чтобы болтъ могъ сопротивляться силамъ, дѣйствующимъ на его поверхность.

Наиболѣе цѣлесообразною оказывается такая конструкція шарнировъ, при которой пята арочной фермы, при вращеніи послѣдней, катится по шарнирному болту, а не скользитъ по немъ, какъ это возможно при конструкціи, показанной на таб. 103, черт. 4.

Способъ образованія пятъ зависитъ съ одной стороны отъ устройства пятового узла фермы и, съ другой стороны, отъ рода ея опоры.

Сперва должно быть разсматриваемо образованіе пятовыхъ узловъ арочныхъ фермъ.

При устройствѣ пятовыхъ узловъ можно поступать различнымъ образомъ.

1. Соединяютъ оконечные стержни обоихъ поясовъ арочной фермы въ прамолинейномъ видѣ и устраиваютъ узелъ, извѣстимымъ образомъ, по прежнему (Таә. 104, черт. 23—26).

2. Располагаютъ оконченные стержни обоихъ поясовъ арочной фермы въ искривленномъ видѣ (Таб. 105, черт. 1 и 2).

3. Устраиваютъ пятовой узелъ арочной фермы съ сплошною стѣнкою въ видѣ клепанной балки. Этотъ способъ устройства рекомендуется тогда, если оба пояса фермы, по другимъ причинамъ, уже въ довольно значительномъ разстояніи отъ пяты расположены близко другъ къ другу (Таб. 106, черт. 3—5).

При родѣ устройства пятовото узла подъ 1 и 2 употребляется, лучше всего, крѣпкій соединительный листъ.

При третьемъ способѣ слѣдуетъ заботиться о достаточной жесткости листовой стѣнки.

Устройство опоры пятового шарнира можетъ производиться троякимъ образомъ.

Въ первомъ случаѣ къ пятовому узлу прикрѣпляется чугунная часть, упирающаяся въ сотвѣтственное углубленіе подушки такъ, чтобы она могла вращаться. Подушка скрѣпляется съ кладкою поддерживающей стѣны. Крѣпкое соединеніе оконечныхъ стержней фермы съ чугунною частью достигаетстя листовымъ желѣзомъ a, толщиною въ 13 mm, обхватывающимъ послѣднюю (Таб. 104, черт. 23—26).

Шарнирный болтъ, толщиною въ 26 mm, связывающій пяту фермы съ подушкою, въ указанномъ примѣрѣ не принимаетъ опорнаго давленія; послѣднее передается округленнымъ концомъ фермы на подушку.

Конструкцію подобнагою вида показываютъ чертежи 1 и 2 на таб. 105. Здѣсь округленный конецъ фермы съ наложенными желѣзными полосами упирается въ чугунный вкладышъ a, поддержанный крѣпкою чугунною подушкою b. Для болѣе равномѣрной передачи опорнаго давленія проложена между концомъ арочной фермы и вкладышемъ листовая мѣдь толщиною въ 2 mm.

Если пяты арочныхъ фермъ совершенно свободно упираются въ шарнирный болтъ, какъ это показано на чертежахъ 3—5 таб. 102, то моментовъ, происходящихъ отъ тренія и дѣйствующихъ на стѣны зданія, вовсе не имѣется. При вращеніи половины арочной фермы, конецъ ея катится по шарнирному болту. Но такъ-какъ пятовая точка должна быть неподвижна и, кромѣ того, растягивающія усилія стропильною фермою должны передаваться на опорную кладку, то оказывается необходимымъ особое скрѣпленіе фермы съ послѣднею. Это скрѣпленіе производится слѣдующимъ образомъ. Въ указанномъ примѣрѣ каждая арочная стропильная ферма состоитъ изъ двухъ отдѣльныхъ стропильныхъ фермъ, расположенныхъ на разстояніи въ 1,5 m (5′) другъ отъ друга. Пяты этихъ обѣихъ фермъ связаны между собою трубчатою клепанною балкою, къ серединѣ которой прикрѣпленъ якорь a изъ стали толщиною въ 40 mm. Чтобы противодѣйствовать горизонтальной силѣ, которая могла бы быть направлена внутрь зданія, даютъ верхней поверхности подушки для шарнирнаго болта наклонъ наружу. Этотъ наклонъ въ предлагаемомъ примѣрѣ опредѣленъ былъ такъ, чтобы наименѣе выгодное изъ пятовыхъ давленій было направлено перпендикулярно къ поверхности подушки. Наклонъ равной величины оказываетъ нижняя поверхность чугунной части, прикрѣпленной къ концѣ фермы.

Пятовые шарниры арочныхъ стропильнхъ фермъ съ затяжками. Относи-

тельно поддерживающихъ стѣнъ, опоры арочныхъ стропильныхъ фермъ съ затяжками должны быть устраиваемы точно такъ, какъ опоры балочныхъ фермъ, т.-е.: одна опора должна быть неподвижна, а другая — подвижна, при чемъ, однако, вращеніе фермы должно быть возможно около шарнира. Подвижная опора устраивается обыкновенно въ видѣ опоръ на каткахъ. Затяжки могутъ быть расположены горизонтальными или приподнятыми. На чертеж. 6—12 таб. 105 представлены пятовые шарниры арочной стропильной фермы съ приподнятыми затяжками. Пятовые соединительные листы усилены наложенными желѣзными листами и привинченными къ нимъ чугунными частями, передающими опорное давленіе на шарнирный болтъ Подробности настоящей конструкціи будутъ понятны изъ чертежей.

Подобнымъ образомъ можно устраивать пятовые шарниры арочныхъ стропильныхъ фермъ съ горизонтальными затяжками.

б. *Ключевые шарниры.* Ключевые узлы по обѣимъ сторонамъ ключевого шарнира образуются равнымъ образомъ, какъ и пятовые узлы.

Ключевой шарниръ долженъ сопротивляться горизонтальной и вертикальной силамъ и, кромѣ того, допускать вращеніе половинъ стропильной фермы около себя.

Въ слѣдующемъ должны быть разсматриваемы два наиболѣе употребительныхъ способа устройства ключевого шарнира.

1. Обѣ половины арочной стропильной фермы упираются въ шарнирный болтъ и обхватываютъ его, каждая почти до половины толщины его (Таб. 105, черт. 13 и 14).

Ключевые узлы усилены чугунными плитами толщиною въ 25 mm (1″).

Ключевые шарниры такого вида устраиваются также при помощи особыхъ чугунныхъ частей, привинченныхъ къ обоимъ ключевымъ угламъ и имѣющихъ подобный видъ, какъ верхняя балансирная подушка опоръ съ балансиромъ.

Если направленіе силы, дѣйствующей въ ключевомъ шарнирѣ, мало отклоняется отъ горизонтали, то предлагаемая конструкція оказывается выгодною; но чѣмъ болѣе направленіе этой силы приближается къ вертикали, чѣмъ менѣе рекомендуется указанная конструкція. Часть поверхности шарнирнаго болта, на которую дѣйствуетъ упомянутая сила, бываетъ въ такомъ случаѣ недостаточной величины.

2. Ключевые концы обѣихъ половинъ арочной стропильной фермы совершенно обхватываютъ шарнирный болтъ (Таб. 105, черт. 15—17), и для этой цѣли снабжены проушинами.

Ключевой конецъ лѣвой половины арочной фермы имѣетъ въ данномъ примѣрѣ вилкообразный видъ, между тѣмъ какъ ключевой конецъ правой половины расположенъ въ средней плоскости фермы и достаточно усиленъ приклепанными желѣзными листами. Оба ключевыхъ конца соединяются между собою шарнирнымъ болтомъ изъ стали, который здѣсь имѣетъ поперечникъ въ 6 cm.

Такимъ образомъ устроенный ключевой шарниръ хорошо передаетъ ключевыя усилія произвольнаго направленія.

Замѣтимъ въ этомъ мѣстѣ, что напряженія въ стержняхъ статически неопредѣлимой упругой арочной фермы съ двумя лишь шарнирами меньше, чѣмъ въ стержняхъ статически опредѣлимой арочной фермы съ однимъ ключевымъ и двумя пятовыми шарнирами.

Въ виду этого, разсчетъ арочныхъ фермъ иногда производятъ при предположеніи присутствія трехъ шарнировъ, а при устройствѣ фермъ пропускаютъ ключевой шарниръ, по неудобству конструкціи и другимъ недостаткамъ его.

5) **Стропильныя ноги и прогоны.** а. *Стропильныя ноги.* Стропильныя ноги передаютъ на прогоны вѣсъ кровли и нагрузку снѣгомъ и вѣтромъ. Свободная длина стропильныхъ ногъ зависитъ отъ степени ихъ сопротивленія и отъ разстоянія прогоновъ другъ отъ друга, а взаимное разстояніе ихъ принимается обыкновенно отъ 0,75 до 1,25 m (2′ 6″ до 4′) и бываетъ одинаково между параллельными стропильными фермами. При другомъ расположеніи фермъ стропильныя ноги равномѣрно распредѣляются.

Стропильныя ноги изготовляются изъ желѣза и дерева. Деревянныя стропильныя ноги оказываются удобными въ такомъ случаѣ, если кровля требуетъ досчатой обшивки или дереяннной обрѣшетки. У конька деревянныя стропильныя ноги

соединяются съ желѣзными прогонами вырубкою и прикрѣпляются къ нимъ при помощи одного или двухъ уголковъ ($45 \times 45 \times 7$ до $65 \times 65 \times 10$ mm) и одного болта съ поперечникомъ въ 10 mm (Таб. 103, черт. 1 а).

Прикрѣпленіе деревянныхъ стропильныхъ ногъ къ промежуточнымъ прогонамъ производится также соотвѣтственною вырубкою и, кромѣ того, еще лишь при помощи вбитыхъ снизу крючковъ (Таб. 102, черт. 9). Еще лучшими оказываются пружины, привинченныя щурупами снизу къ стропильнымъ ногамъ (Таб. 99, черт. 997).

Для уничтоженія стропильнаго распора, концы деревянныхъ стропильныхъ ногъ крѣпко привинчиваются болтами къ прогонамъ (Таб. 99, черт. 995).

Для желѣзныхъ стропильныхъ ногъ употребляются почти исключительно двутавровое и корытное желѣзо небольшого калибра, а при стекляной кровлѣ также однотавровое желѣзо.

Желѣзныя стропильныя ноги прикрѣпляются къ прогонамъ изъ желѣза, лучше всего, двумя заклепками. У конька стѣнки двутавровыхъ стропильныхъ ногъ соединяются между собою накладками толщиною въ 6 mm (Таб. 105, черт. 18). Плоское желѣзо такой же толщины употребляется также для прикрѣпленія двутавровыхъ стропильныхъ ногъ къ коньковому прогону.

Деревянная обшивка и обрѣшетка прикрѣпляются къ желѣзнымъ стропильнымъ ногамъ гвоздями съ загнутымъ острымъ концомъ или щурупами. Иногда привинчиваются къ желѣзнымъ стропильнымъ ногамъ деревянные бруски, къ которымъ прибивается гвоздями деревянная обшивка или обрѣшетка (Таб. 105, черт. 19).

Въ случаѣ надобности, деревянныя рѣшетины замѣняются таковыми изъ углового желѣза съ профилью: $45 \times 45 \times 7$ mm (Таб. 102, черт. 7b).

Желѣзныя стропильныя ноги однотавровой формы прикрѣпляются къ прогонамъ посредствомъ двухъ короткихъ уголковъ, при чемъ бываетъ все равно, находится ли верхняя полка прогона въ плоскости ската крыши (Таб. 105, черт. 20) или въ горизонтальной плоскости (Таб. 105, черт. 21).

Стропильныя фермы изъ корытообразнаго и двутавроваго желѣза приклепываются нижнимъ поясомъ къ прогонамъ, если верхній поясъ послѣднихъ лежитъ въ плоскости ската крыши; въ другомъ случаѣ вырубаютъ часть нижняго пояса стропильныхъ ногъ указанной формы и производятъ прикрѣпленіе ихъ къ прогонамъ подобнымъ образомъ, какъ это показано на чертежѣ 21 таб. 105.

б. *Прогоны.* Прогоны передаютъ вѣсъ кровли и стропильныхъ ногъ, какъ и давленіе снѣга и вѣтра, смотря по ихъ положенію, или непосредственно на узлы стропильной фермы или на середину стержня верхняго пояса ея, т.-е. прогоны находятся въ этомъ случаѣ между двумя смежными узлами.

Прогоны устраиваются въ видѣ неразрѣзныхъ Герберовскихъ балокъ съ шарнирами или по роду простыхъ неразрѣзныхъ балокъ въ нѣсколько пролетовъ. Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы расширенію прогоновъ отъ возвышенія температуры не препятствовалось. При прогонахъ съ шарнирами, нужное сдвиженіе происходитъ по подвижнымъ опорамъ отдѣльныхъ частей прогона; при этомъ слѣдуетъ принимать во вниманіе, чтобы жесткія поперечныя связи между двумя смежными стропильными ногами не препятствовали продольному сдвиженію прогоновъ, т.-е. подвижные стыки прогоновъ должны быть расположены между стропильными фермами безъ поперечной связи (Таб. 106, черт. 1 и 2).

Такъ-какъ прогоны съ шарнирами по системѣ Герберовской балки обыкновенно по всему своему протяженію образуются изъ одинакаго калибра, то для сбереженія матеріала оказывается цѣлесообразнымъ придать ввѣшеннымъ въ шарниры частямъ прогона такую длину, чтобы изгибающіе моменты въ серединѣ послѣднихъ равнялись наибольшимъ изгибающимъ моментамъ надъ опорами. Это случается, если $a = 0{,}146\ l$ и $b = l - 2a = 0{,}708\ l$ (Таб. 106, черт. 3).

Если неразрѣзной прогонъ съ шарнирами долженъ быть статически опредѣлимъ, то каждая часть его со свѣшивающимися концами ($l + 2a$) и каждая ввѣшенная въ шарниры часть (b) должны имѣть одну подвижную и одну неподвижную опору (Таб. 106, черт. 3).

При подвижной опорѣ, прикрѣпленіе прогоновъ къ стропильной фермѣ производится при помощи болтовъ, допускающихъ сдвиженіе въ овальныхъ отверстіяхъ.

Въ такомъ случаѣ однѣ лишь діагонали образуютъ поперечную связь фермъ и поэтому должны обладать жесткою профилью.

Неразрѣзные прогоны безъ шарнировъ неподвижно приклепываются къ стропильнымъ фермамъ, и въ тѣхъ промежуткахъ между двумя смежными фермами, гдѣ поперечной связи нѣтъ, располагаются по два подвижныхъ стыка ихъ. Запасъ, необходимый у неподвижной опоры для расширенія неразрѣзныхъ прогоновъ съ шарнирами и безъ нихъ, опредѣляется по длинѣ отдѣльныхъ частей прогоновъ и наибольшей разницѣ температуры. Послѣднюю можно принимать въ 25° Ц., такъ-что, при коэффиціентѣ расширенія желѣза въ 0,000012 и длинѣ l части прогона въ метрахъ, расширеніе s получается изъ уравненія $s = \pm 0{,}000012 \times 25\, l$.

Устройство шарнировъ и стыковъ прогоновъ. Для того, чтобы по возможности уменьшать сопротивленіе тренія, устраиваютъ шарниръ прогоновъ цѣлесообразно съ однимъ лишь болтомъ съ поперечникомъ отъ 3 до 6 cm.

У неподвижнаго шарнира (Таб. 106, черт. 4 и 5) возможно только вращательное движеніе ввѣшенной части прогона. Для предохраненія болта отъ бокового сдвиженія, стѣнку у ввѣшенной въ шарниръ части прогона вмѣстѣ съ обѣими накладками x, приклепанными къ стѣнкѣ y заклепками съ утопленными головками, впускаютъ въ соотвѣтственную вырѣзку болта. Такимъ образомъ, избѣгается употребленіе гаекъ, причиняющихъ сопротивленіе тренія. Указанныя накладки x служатъ одновременно для передачи давленія на бо́льшую площадь, т.-е. для уменьшенія смятія на единицу площади. Число заклепокъ, которыми прикрѣпляются накладки x къ стѣнкѣ прогона, вычисляютъ, принимая въ разсчетъ наибольшее опорное давленіе въ шарнирѣ. У наружныхъ сторонъ положеніе шарнирнаго болта дѣлается совершенно неподвижнымъ обѣими накладками z, приклепанными къ свѣшивающейся части прогона. Каждой изъ обѣихъ накладокъ придаютъ толщину въ 12 mm. Вращеніе ввѣшенной части прогона происходитъ посредствомъ шарнирнаго болта. Во избѣжаніе сопротивленія вращенію въ стѣнкѣ y, внизу болта, дѣлается вырѣзка въ 9 mm. Эта вырѣзка необходима, кромѣ того, еще для того, чтобы возможно было просовывать шарнирный болтъ сквозь отверстія въ стѣнкѣ прогона и въ накладкахъ.

Подвижной шарниръ мало различается отъ неподвижнаго. Разница заключается только въ томъ, что у подвижного шарнира въ стѣнкѣ ввѣшенной части прогона вырѣзка сдѣлана не только внизу болта, а также по обѣимъ сторонамъ возлѣ него, такъ-что свободное сдвиженіе ввѣшенной части прогона возможно по вырѣзкѣ болта (Таб. 106, черт. 6 и 7).

Стыки прогоновъ, замѣняющіе шарниры, показаны на чертежахъ 8—11 таб. 106, для зетовой и двутавровой профилей. Для образованія подвижныхъ стыковъ прогоновъ употребляются обыкновенно 2 болта, рѣдко 2×2, съ поперечникомъ приблизительно въ 20 mm. Эти болты расположены другъ надъ другомъ и входятъ въ продолговатыя отверстія, допускающія сдвиженіе отдѣльныхъ частей прогона. Длина продолговатаго отверстія дѣлается въ 1½ раза больше поперечника болта. Укрѣпленіе болтовъ производится гайками, которыя не должны быть слишкомъ крѣпко натянуты, чтобы онѣ не препятствовали сдвиженію отдѣльныхъ частей прогона.

Форма и положеніе прогоновъ. При небольшомъ разстояніи стропильныхъ фермъ другъ отъ друга и если родъ кровли требуетъ досчатой обшивки, прогоны могутъ быть изготовляемы изъ дерева; но при желѣзныхъ стропильныхъ фермахъ прогоны тоже состоятъ обыкновенно изъ желѣза.

Поперечное сѣченіе деревянныхъ прогоновъ бываетъ прямоугольное. Положеніе ихъ можетъ быть вертикальное или перпендикулярное къ скату крыши. Въ первомъ случаѣ прогоны упираются въ особую платформу, образуемую двумя уголками, преклепанными къ выступающему соединительному листу (Таб. 101, черт. 10—12, и таб. 102, черт. 13); во второмъ случаѣ прогоны прикрѣпляются непосредственно къ верхнему поясу стропильной фермы помощью уголка и болта (Таб. 101, черт. 6, и таб. 102, черт. 8).

На желѣзные прогоны идутъ преимущественно зетовое, двутавровое и корытное желѣза; стѣнка зетоваго желѣза расположена всегда перпендикулярно къ скату крыши, между тѣмъ какъ стѣнки остальныхъ двухъ сортовъ желѣза могутъ имѣть положеніе вертикальное или перпендикулярное къ скату крыши.

При близкомъ взаимномъ разстояніи желѣзныхъ прогоновъ, какъ напримѣръ при покрытіи

крыши волнистымъ цинкомъ, изготовляютъ ихъ также изъ углового желѣза.

Такъ-какъ положеніе прогоновъ на стропильной фермѣ зависитъ преимущественно также отъ условій удобной конструкціи вообще, то не во всякомъ случаѣ будетъ оказываться возможнымъ, располагать прогоны, въ теоретическомъ отношеніи, наиболѣе цѣлесообразнымъ образомъ. Проще всего оказывается, въ конструктивномъ отношеніи, перпендикулярное къ скату крыши положеніе прогоновъ, допускающее удобное прикрѣпленіе ихъ къ стропильной фермѣ. Только въ такомъ случаѣ, если кровля поддержана деревянными стропильными ногами, слѣдуетъ предпочитать вертикальное положеніе прогоновъ, входящихъ тогда верхнимъ поясомъ въ соотвѣтственную вырубку стропильныхъ ногъ и предохраняющихъ ихъ этимъ отъ скольженія по прогонамъ (Таб. 102, черт. 9 и 12).

Кромѣ выше упомянутыхъ желѣзныхъ прогоновъ съ простыми профилями, при очень большомъ разстояніи стропильныхъ фермъ другъ отъ друга, встрѣчаются еще таковые съ сложною профилью, устроенные въ видѣ клепанной или рѣшетчатой балки.

По дороговизнѣ прогоновъ послѣдняго вида, употребленіе ихъ оправдывается только въ такомъ случаѣ, если простыя профили прокатнаго желѣза не оказываютъ достаточнаго сопротивленія дѣйствующимъ силамъ.

Конструкція прогоновъ и прикрѣпленіе ихъ къ стропильной фермѣ. На предыдущихъ чертежахъ показаны многочисленные примѣры для прогоновъ изъ простыхъ профилей прокатнаго желѣза. Прогоны съ сложною профилью изображены на чертежахъ 12—14 таб. 106. На черт. 20 таб. 106 представленъ прогонъ въ видѣ рѣшетчатой балки; на лѣвой сторонѣ видно подвижное, а на правой неподвижное присоединеніе прогона къ стропильной фермѣ.

По положенію различаютъ еще коньковые прогоны и прогоны у нижняго края ската крыши.

Коньковые прогоны могутъ быть одиночные въ вертикальномъ положеніи (Таб. 102, черт. 15 и 16, и таб. 103, черт. 1a—1c и др.) или двойные, расположенные симметрически по обѣимъ сторонамъ конька и перпендикулярно къ скату крыши (Таб. 102, черт. 14, и таб. 106, черт. 15 и 16). Потлѣднее расположеніе прогоновъ оказывается цѣлесообразнымъ въ такомъ случаѣ, если одиночный коньковый прогонъ получилъ бы слишкомъ большую профиль или если остальные прогоны имѣютъ перпендикулярное къ скату крыши положеніе или если желѣзныя стропильныя ноги, поддержанныя у конька, не должны быть связаны между собою (Таб. 106, черт. 15 и 16).

Если желѣзные прогоны поддерживаютъ деревянныя стропильныя ноги, то и коньковый прогонъ, по извѣстнымъ причинамъ, всегда имѣетъ вертикальное положеніе.

У конька стропильныя ноги соединяются между собою въ полдерева.

Прогоны у нижняго края ската крыши располагаютъ, какъ можно точнѣе, надъ теоретическою опорною точкою. Въ виду того, что упомянутые прогоны должны выдерживать меньшую нагрузку, чѣмъ остальные прогоны, можно давать имъ профиль меньшей величины. Особенно рекомендуется для этой цѣли корытообразное желѣзо, обращенное верхнею полкою къ коньку.

Если у верхняго пояса стропильной фермы разломъ, то подобнымъ образомъ, какъ у конька, можно располагать въ мѣстѣ разлома одиночный прогонъ (Таб. 106, черт. 14, 17 и 18) или двойные прогоны (Таб. 105, черт. 19). Въ первомъ случаѣ приходится обратить вниманіе на то, чтобы крутая и плоская части кровли удобно могли упираться въ одиночный прогонъ.

Если при одинаковомъ разстояніи узловыхъ точекъ другъ отъ друга означаются черезъ W_1 моментъ сопротивленія прогона крутой части ската крыши, а черезъ W_2 такой же моментъ прогона плоской части, то можно принимать моментъ сопротивленія W для разсчета прогона у разлома приблизительно $W = \frac{W_1 + W_2}{2}$ и, соотвѣтственно этому, опредѣлить профиль прогона.

Если у мѣста разлома должны находиться два прогона, то они должны быть располагаемы по возможности симметрически къ узловой точкѣ разлома и перпендикулярно къ крутому и плоскому скатамъ крыши.

Относительно прикрѣпленія желѣзныхъ про-

гоновъ къ стропильнымъ фермамъ, можно различать три способа:

а. Прогонъ укладывается на верхній поясъ стропильной фермы и непосредственно приклепывается къ немъ. Кромѣ того, прогонъ удерживается еще въ неизмѣнномъ положеніи приспособленіями различнаго вида. Послѣднія бываютъ слѣдующія.

α. Плоское желѣзо толщиною въ 8 mm и шириною въ 150 mm; оно соединяетъ стѣнку прогона съ верхнимъ поясомъ стропильной фермы и расположено у конька двойнымъ, т.-е. по одному на каждой сторонѣ прогона (Таб. 105, черт. 18).

При промежуточныхъ прогонахъ плоское желѣзо находится на одной лишь сторонѣ прогона (Таб. 102, черт. 9, и таб. 103, черт. 5a). Въ послѣднемъ случаѣ рекомендуется, располагать плоское желѣзо на сторонѣ прогона, обрашенной къ коньку, чтобы оно подвергалось исключительно растягивающему усилію. Если подпорка должна находиться на сторонѣ, обращенной къ нижнему краю ската крыши, то она, лучше всего, изготовляется изъ углового желѣза, потому что она подвергается въ этомъ случаѣ сжимающему усилію (Таб. 102, черт. 7b и 11).

Какъ подпорка подобнаго вида можетъ быть разсматриваемо приспособленіе изъ чугуна, показанное на чертежахъ 12 и 13 таб. 106. Такая подпорка рекомендуется собственно только при сильно наклонныхъ стѣнкахъ прогоновъ.

β. Консоли, составленныя изъ уголковъ въ 50×50×7 mm и вертикальной стѣнки изъ листового желѣза (Таб. 106, черт. 16).

γ. Короткіе уголки, находящіе примѣненіе при прогонахъ изъ углового (Таб. 102, черт. 10), зетоваго (Таб. 107, черт. 12) и корытнаго желѣза (Таб. 106, черт. 19). Послѣдній способъ менѣе надеженъ остальныхъ и оправдывается собственно только при прогонахъ изъ углового желѣза.

b. Прогонъ приклепывается къ соединительному листу при помощи особыхъ уголковъ (Таб. 102, черт. 16) или образуется изъ выступающей вверхъ части соединительнаго листа и двухъ уголковъ особая платформа, въ которую упирается прогонъ (Таб. 99, черт. 995, таб. 102, черт. 9 и 15). Нижніе пояса или полки прогоновъ склепываются съ уголками. Послѣдняя конструкція примѣняется исключительно при вертикальномъ положеніи прогоновъ и оказывается въ такомъ случаѣ весьма цѣлесообразною.

Если прогоны еще особенно должны быть предохранены отъ бокового прогиба, то можно располагать на разстояніи въ 1,5 до 2 m (5′ до 6½′) другъ отъ друга особыя связи изъ круглаго желѣза съ поперечникомъ отъ 12 до 25 mm, которыя проводятся отъ нижнихъ прогоновъ до коньковыхъ (Таб. 99, черт. 944). При этомъ усилія, передаваемыя круглыми связами, принимаются нижними и коньковыми прогонами, которые должны быть поэтому особенно крѣпко устроены.

Двойные коньковые прогоны, въ виду этого, обыкновенно соединены между собою листикомъ при помощи уголковъ.

c. Прогоны располагаются между стропильными фермами, и прикрѣпляютъ ихъ къ верхнему поясу послѣднихъ помощью уголковъ (Таб. 108, черт. 1005).

Такое положеніе прогоновъ встрѣчается преимущественно при арочныхъ фермахъ большихъ пролетовъ, гдѣ прогоны устроены въ видѣ рѣшетчатыхъ фермъ (Таб. 106, черт. 20).

Часто у щипцовыхъ стѣнъ стропильныя фермы вообще не располагаются. Тогда прогоны упираются своими концами въ подушки, помѣщенныя въ щипцовыхъ стѣнахъ. Форма этихъ подушекъ зависитъ отъ положенія прогоновъ относительно ската крыши (Таб. 106, черт. 21—24, и таб. 107, черт. 1 и 2) и при коньковыхъ прогонахъ еще отъ того, расположены ли они одиночными (Таб. 106, черт. 25) или двойными (Таб. 107, черт. 3—5).

Для удобнаго доступа до опоры прогоновъ оставляется въ стѣнѣ небольшая ниша.

Прогоны, у опоръ ихъ на щипцовыхъ стѣнахъ, также дожны быть предохранены отъ опрокидыванія.

6) **Поперечная связь стропильныхъ фермъ.** Для того, чтобы стропильныя фермы не оприкидывались, соединяютъ ихъ другъ съ другомъ желѣзными связами, представляющими такъ-называемую поперечную связь и придающими фермамъ нужную устойчивость.

Поперечною связью служатъ прогоны и діагональныя связи, расположенныя въ плоскости прогоновъ. Такъ-какъ двѣ смежныхъ между собою соединенныхъ стропильныхъ фермы представляютъ одно устойчивое цѣлое, то оказывается достаточнымъ, поперечною связью соединить другъ съ другомъ только по двѣ смежныхъ стропильныхъ фермы (Таб. 106, чрт. 1 и 2). Поэтому, число стропильныхъ фермъ всегда должно быть четное. Въ большинствѣ случаевъ поперечная связь стропильныхъ фермъ состоитъ изъ перекрестныхъ діагоналей изъ полосового или круглаго желѣза. Но такъ-какъ устойчивость двухъ смежныхъ стропильныхъ фермъ достигается гораздо проще простыми діагоналями, то слѣдуетъ предпочитать послѣднія, при чемъ, однако, поперечное сѣченіе ихъ должно быть жесткое, чтобы онѣ могли сопротивляться одновременно растягивающимъ и сжимающимъ усиліямъ.

Если прогоны состоятъ изъ дерева, то къ нимъ прикрѣпляются особые уголки.

При небольшихъ крышахъ можно довольствоваться діагоналями изъ углового или тавроваго желѣза, между тѣмъ какъ при крышахъ большихъ пролетовъ поперечная связь составляется изъ уголковъ или она состоитъ изъ корытнаго желѣза и т. п.

Употребленіе діагоналей съ жесткими профилями рекомендуется и потому, что трудно, крѣпко натягивать діагонали изъ плоскаго желѣза и соединеніе таковыхъ изъ круглаго желѣза требуетъ много работы.

Уголъ, образуемый верхнимъ поясомъ стропильной фермы и діагоналями поперечной связи, долженъ быть не меньше 30° и не больше 55°, а, лучше всего, равнымъ 45°. При близкомъ разстояніи прогоновъ другъ отъ друга и большомъ взаимномъ разстояніи стропильныхъ фермъ, этотъ уголъ становится слишкомъ великимъ, почему діагонали поперечной связи должны выступать за одинъ или нѣсколько промежуточныхъ прогоновъ (Таб. 107, черт. 6). Наоборотъ, при далекомъ разстояніи прогоновъ другъ отъ друга и близкомъ взаимномъ разстояніи стропильныхъ фермъ, упомянутый уголъ становится слишкомъ малымъ: въ такомъ случаѣ располагаютъ въ каждомъ изъ промежутковъ между двумя смежными прогонами нѣсколько діагоналей (Таб. 107, черт. 7).

Прикрѣпленіе діагоналей поперечной связи къ стропильнымъ фермамъ производится обыкновенно при помощи соединительныхъ листовъ толщиною отъ 8 до 10 mm, находящихся въ плоскости верхнихъ поясовъ фермъ и склепываемыхъ обыкновенно только съ этими поясами, а рѣдко съ прогонами.

Если верхній поясъ стропильной фермы имѣетъ ровную верхнюю поверхность, то соединительный листъ располагается почти всегда между послѣднею и нижнею гранью прогоновъ; но иногда онъ приклепывается также снизу къ полкамъ верхняго пояса, параллельнымъ къ скату крыши.

Если верхній поясъ стропильной фермы составленъ изъ четырехъ уголковъ, то соединительный листъ для діагоналей поперечной связи располагается между полками уголковъ, параллельными къ скату крыши.

Точный разсчетъ поперечной связи невозможенъ; въ обыкновенныхъ случаяхъ будутъ оказываться достаточными уголки въ 80×80×8 mm.

Кромѣ только-что указанной діагональной связи въ плоскости верхнихъ поясовъ стропильныхъ фермъ, иногда встрѣчается еще поперечная связь между двумя смежными фермами, расположенная въ плоскости, перпендикулярной къ плоскости этихъ фермъ. Особенно часто встрѣчается поперечная связь такого вида при двойныхъ арочныхъ фермахъ большихъ цилиндрическихъ крышъ. Но и при простыхъ балочныхъ стропильныхъ фермахъ для крышъ надъ круглыми или многоугольными зданіями упомянутая поперечная связь съ выгодою находитъ примѣненіе.

Такая поперечная связь состоитъ обыкновенно изъ двухъ перекрестныхъ діагоналей изъ углового желѣза небольшого калибра, соединяющихъ концы распорокъ подходящаго положенія.

Иногда эта поперечная связь расположена въ средней вертикальной плоскости крыши. Поперечныя связи всякаго рода должны быть располагаемы всегда въ тѣхъ промежуткахъ между стропильными фермами, въ которыхъ не находятся подвижные стыки прогоновъ (Таб. 106, черт. 2.)

Желѣзныя четырехскатныя и сложныя крыши. Общее расположеніе полныхъ стропильныхъ фермъ, діагональныхъ и продольныхъ

полуфермъ настоящихъ крышъ ни въ чемъ не различаются отъ расположенія этихъ фермъ при деревянныхъ четырехскатныхъ и сложныхъ крышахъ.

Въ коньковой точкѣ a (Таб. 107, черт. 8) вальмы всегда располагается полная поперечная стропильная ферма nn_1, къ которой прислоняются обѣ діагональныя полуфермы ab и ab_1 и продольная полуферма ad. Упомянутая полная поперечная ферма должна выдерживать бо́льшую нагрузку, чѣмъ остальныя стропильныя фермы двускатной части крыши.

Площади нагрузки для отдѣльныхъ частей фермъ — слѣдующія:

fcgh для нарожника ce,
$hgag_1h_1$ для продольной полуфермы ad,
$cf'bf$ и $cgag'$ для діагональной полуфермы ab.

Послѣдняя полуферма ab должна принимать, кромѣ того, въ точкѣ c еще опорныя давленія нарожниковъ ce и ce'.

Діагональными полуфермами передаются на стропильную ферму nn' въ точкѣ a еще горизонтальныя силы, принимаемыя діагоналями поперечной связи фермы и передаваемыя на опорныя стѣны.

Діагональныя полуфермы присоединяются въ точкѣ a къ коньковому соединительному листу полной поперечной стропильной фермы при помощи вертикальныхъ накладочныхъ листовъ a (Таб. 107, черт. 9 и 10).

Продольная полуферма прикрѣпляется или непосредственно къ коньковому соединительному листу полной поперечной стропильной фермы (Таб. 107, черт. 9) или посредствомъ ригеля b изъ листового желѣза, склепаннаго съ діагональными полуфермами (Таб. 107, черт. 10.)

При плоскихъ крышахъ прикрѣпленіе полуфермъ къ полной поперечной стропильной фермѣ можетъ производиться также при помощи наложенныхъ соединительныхъ листовъ, загнутыхъ по мѣрѣ наклона скатовъ крыши.

Соединеніе прогоновъ съ діагональными стропильными полуфермами обусловливается формою поперечнаго сѣченія верхняго пояса послѣднихъ.

Прогоны, имѣющіе перпендикулярное къ скату крыши положеніе, легко можно соединить съ верхнимъ поясомъ діагональныхъ полуфермъ, если употребляются для этого пояса косоугольные уголки (Таб. 107, черт. 11). Въ такомъ случаѣ верхнія полки уголковъ должны быть расположены съ одной стороны въ вальмѣ, а съ другой — въ скатѣ двускатной части крыши. Прогоны упираются тогда просто въ верхнія полки уголковъ и прикрѣпляются къ нимъ извѣстнымъ образомъ.

Если верхній поясъ діагональныхъ стропильныхъ полуфермъ устроенъ изъ прямоугольныхъ уголковъ, то опора прогоновъ должна быть независима отъ наклона поверхности верхняго пояса этихъ полуфермъ. Для случаевъ такого рода рекомендуется конструкція, показанная на чертежахъ 12 и 13 таб. 107. Въ предлагаемомъ примѣрѣ прогоновъ вообще не имѣется надъ верхнимъ поясомъ діагональной стропильной фермы, а они соединяются между собою съ одной стороны накладкою a изъ листового желѣза, а съ другой — уголкомъ b, служащимъ одновременно для прикрѣпленія прогоновъ къ поясу полуфермы.

Если прогоны имѣютъ вертикальное положеніе, то опора ихъ на діагональной стропильной полуфермѣ устраивается при помощи изогнутыхъ уголковъ (Ткб. 107, черт. 14) или чугунной подушки подходящей формы (Таб. 107, черт. 15 и 16). Но цѣлесообразнѣе всего оказывается способъ устройства опоры прогоновъ, при которомъ, помощью вверхъ продолженнаго соединительнаго листа діагональной стропильной полуфермы, двухъ уголковъ и горизонтальнаго соединительнаго листа образуется платформа, въ которую упираются прогоны (Таб. 107, черт. 17 и 18).

Если горизонтальныя полки уголковъ указанной платформы имѣютъ площадь достаточной величины, то въ горизонтальномъ соединительномъ листѣ не нуждаются, и можно пропустить его (Таб. 107, черт. 19 и 20).

Соединенія при крышахъ сложной формы съ разжелобками устраиваются подобнымъ образомъ, какъ соединенія полуфермъ четырехскатныхъ крышъ.

Описаніе нѣсколькихъ стропильныхъ фермъ, устройство слѣдующихъ стропильныхъ фермъ основывается въ предыдущихъ данныхъ и потому будетъ понятно безъ дальнѣйшихъ подробныхъ разъясненій.

Чертежи 995 и 996 на таб. 99 показываютъ поперечный и продольный разрѣзы крыши, устроенной по одноподкосной системѣ Полонсо. Кровля двойная черепичная, и поэтому наклонъ крыши равняется $1:1^1/_2$.

Черепицы привѣшены къ деревянной обрѣшеткѣ, прибитой гвоздями къ деревяннымъ стропильнымъ ногамъ. Послѣднія поддержаны желѣзными прогонами, изъ которыхъ промежуточные состоятъ изъ двутавроваго желѣза (I), между тѣмъ какъ прогоны у опоръ фермы, нагрузка которыхъ меньше нагрузки остальныхъ, имѣютъ корытообразное ([) поперечное сѣченіе. Чтобы получить для стропильныхъ ногъ горизонтальную опору, прогонамъ даютъ вертикальное положеніе, чѣмъ они одновременно предохраняются отъ бокового прогиба, при значительномъ наклонѣ крыши. Для уничтоженія стропильнаго распора, нижніе концы стропильныхъ ногъ крѣпко привинчены болтами къ прогонамъ, между тѣмъ какъ скрѣпленіе стропильныхъ ногъ съ промежуточными прогонами произведено только посредствомъ вбитыхъ снизу крючковъ. Скрѣпленіе фермъ съ кладкою стѣны произведено болтами, прикрѣпленными верхнимъ концомъ къ прогону надъ опорою и вставленными нижнимъ концомъ между двумя горизонтальными уголками, заложенными въ стѣнѣ.

Чертежи 998, 999 и 1000 на таб. 108 представляютъ крышу, устроенную по трехподкосной системѣ Полонсо. Кровля состоитъ изъ фальцевыхъ черепицъ, привѣшенныхъ къ желѣзной обрѣшеткѣ, которая поддержана желѣзными стропильными ногами, упирающимися въ желѣзные прогоны. Наклонъ крыши составляетъ $1:1^1/_2$.

Рѣшетины состоятъ изъ уголковъ, стропильныя ноги изъ двутавроваго желѣза (I), промежуточные прогоны также изъ двутавроваго желѣза (I), а коньковый и нижніе прогоны, подвергающіеся меньшему усилію, изъ корытообразнаго ([) желѣза. Рѣшетины у нижняго края скатовъ куыши составлены изъ полосового желѣза и уголка, чтобы достигнуть надлежащей высоты для опоры нижняго ряда черепицъ.

Прогоны, расположенные перпендикулярно къ скатамъ крыши, удерживаются въ неизмѣнномъ положеніи изогнутыми желѣзными полосами, прикрѣпленными къ стропильнымъ ногамъ фермы. Скрѣпленіе фермъ съ кладкою стѣнъ произведено при этомъ примѣрѣ открытыми внутрь строенія болтами x.

Поперечная связь стропильныхъ фермъ произведена по чертежу 1002 на таб. 108.

При обѣихъ выше показанныхъ крышахъ промежуточныя стропильныя ноги расположены такимъ образомъ, чтобы стропильная ферма пришлась въ середину разстоянія двухъ смежныхъ промежуточныхъ ногъ.

На чертежахъ 1003 и 1004 на таб. 108 представлена крыша съ прогонами въ тѣсномъ смыслѣ, устроенная по подвѣсной американской системѣ. Кровля состоитъ изъ аспида на досчатой обшивкѣ, прибитой гвоздями къ деревяннымъ прогонамъ. Послѣдніе привинчены къ стропильнымъ ногамъ болтами и удерживаются, сверхъ того еще, въ неизмѣнномъ положеніи короткими уголками, длина которыхъ равняется ширинѣ стропильной ноги. Уголки приклепываются къ стропильнымъ ногамъ. Остальныя подробности уже извѣстны изъ прежняго.

На чертежѣ 1005 на таб. 108 изображена крыша съ прогонами въ тѣсномъ смыслѣ, покрытая волнистымъ желѣзомъ. Наклонъ крыши составляетъ 1 : 4. Коньковый прогонъ состоитъ изъ двутавроваго желѣза (I), остальные изъ корытообразнаго ([). Всѣ прогоны расположены между стропильными фермами такъ, чтобы однѣ лишь верхнія полки ихъ находились вверху верхнихъ поясовъ фермъ.

Чертежъ 1006 на таб. 108 представляетъ крышу, покрытую также волнистымъ желѣзомъ, при которой прогоны расположены на верхнихъ поясахъ стропильныхъ фермъ. Коньковый прогонъ составленъ изъ вертикальнаго полосового желѣза и двухъ уголковъ, нижнія полки которыхъ, для болѣе удобнаго поддерживанія волнистаго желѣза, имѣютъ тотъ же самый наклопъ, какъ и скаты крыши.

Промежуточные прогоны состоятъ изъ зетоваго (Z) желѣза и прикрѣплены къ верхнимъ поясамъ фермъ при помощи маленькихъ чугунныхъ стульевъ. Прогоны у нижняго края скатовъ крыши сдѣланы изъ корытообразнаго ([) желѣза меньшей высоты, чѣмъ высота зетоваго желѣза. Для того, чтобы верхнія полки всѣхъ прогоновъ находились въ плоскости скатовъ крыши, корытообразное желѣзо расположено на нижней горизонтальной доскѣ чугуннаго стула. Фермы упираются въ стойки изъ четырехъ уголковъ.

Нижеслѣдующія таблицы составлены инженеромъ Жаровскимъ и содержатъ въ себѣ размѣры поперечныхъ сѣченій составныхъ частей только-что описанныхъ желѣзныхъ крышъ для пролетовъ различной величины.

Таблица А содержитъ въ себѣ потребныя профили двутавроваго (I), корытообразнаго ([) и зетоваго желѣза (Z) по германскому сортаменту, для различной нагрузки и для различной свободной длины и ширины нагрузки стропильныхъ ногъ и прогоновъ.

Нагрузка стропильныхъ ногъ и прогоновъ. Если принимается направленіе вѣтра подъ угломъ въ 10^0 къ горизонту, напоръ его въ 150 кил. на кв. метръ (42 пуда на 1 кв. саж.) и давленіе снѣга на кв. метръ горизонтальной проекціи крыши въ 40 кил. (12 пуд. на кв. саж.), то получается, при различныхъ наклонахъ крыши, среднимъ числомъ нижеслѣдующая полная нагрузка стропильныхъ ногъ и прогоновъ, составленная изъ собственнаго вѣса скатовъ крыши, напора вѣтра и давленія снѣга и принимаемая для разсчета площади поперечнаго сѣченія ихъ.

Наклонъ крыши 1 : 1½.

1) **Нагрузка для тяжелыхъ крышъ.** При кровляхъ изъ плоскихъ и желобчатыхъ черепицъ, нагрузка составляетъ 300 кил. на кв. метръ горизонтальной проекціи крыши (или же 84 пуда на кв. саж.).

2) **Нагрузка для легкихъ крышъ.** При кровляхъ изъ фальцевыхъ черепицъ, аспида и чугунныхъ плитъ, нагрузка составляетъ 250 кил. на кв. метръ (70 пуд. на кв. саж.).

Наклонъ крыши 1 : 2.

1) **Нагрузка для тяжелыхъ крышъ.** При кровляхъ изъ фальцевыхъ черепицъ, аспида, чугунныхъ плитъ и свинца, нагрузка составляетъ 225 кил. на кв. метръ (63 пуда на кв. саж.).

2) **Нагрузка для легкихъ крышъ.** При кровляхъ изъ цинка, мѣди и желѣза въ листахъ, толя и стекла, нагрузка составляетъ 185 кил. на кв. метръ (51 пудъ на кв. саж.).

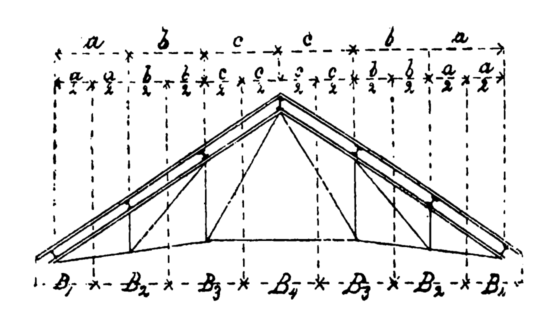
Наклонъ крыши 1 : 4.

Для всѣхъ родовъ кровли, допускаемыхъ еще при такомъ наклонѣ крыши, прмнимается нагрузка въ 150 кил. на кв. метръ (42 пуда на кв. саж.).

Для крышъ съ древесноцементною кровлею принимается при насыпкѣ въ 10 cm (4″) нагрузка въ 300 кил. на кв. метръ (84 пуда на кв. саж.). Въ эти полныя нагрузки не включенъ вѣсъ стропильныхъ фермъ.

Свободная длина и ширина нагрузки въ таблицахъ измѣрены въ горизонтальной проекціи ихъ.

Профили стропильныхъ ногъ и прогоновъ опредѣлены такъ, чтобы наибольшее напряженіе ихъ не превосходило 850 кил. на кв. сантиметръ (340 пуд. на кв. дюймъ) и наибольшій прогибъ не превышалъ $1/600$ свободной ихъ длины.



a, b, c разстоянія опоръ стропильныхъ ногъ.
B_1—B_4 ширина нагрузки прогоновъ.

Таблица

Желѣзныя стропильныя

Полная нагрузка на квад. метръ

а) 300 kg

Разстояніе стр. ногъ или прогоновъ l m	Потребныя I, ⊏ и ⅂-желѣза въ номерахъ германскаго сортамента*) при ширинѣ нагрузки въ метрахъ въ: 0,5			0,6			0,7			0,8			0,9			1,0			1,25			1,5			1,75		
	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂
1,0	8	3	3	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	5	8	5	5	8	5	5
1,5	8	5	5	8	5	5	8	5	6	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	8	8	8	8	8	8	8
2,0	8	6½	8	8	6½	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10
2,5	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12
3,0	10	10	10	11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14
3,5	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14	15	16	14	16	16	16	16	16	16
4,0	13	14	12	14	14	14	14	14	14	15	14	14	15	16	16	16	16	16	16	18	16	17	18	18	18	18	18
4,5	14	14	14	15	16	14	16	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	20	20	20	20
5,0	15	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	20	20	20	21	22	20	21	22	—
5,5	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	22	20	21	22	—	22	26	—	23	26	—
6,0	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	22	20	21	22	—	21	22	—	23	26	—	24	26	—	26	26	—

б) 250 kg

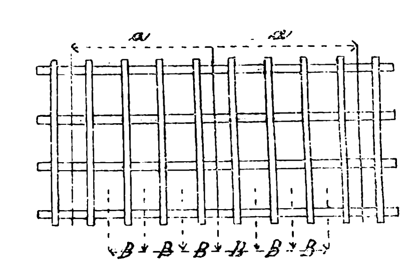
l m	0,5			0,6			0,7			0,8			0,9			1,0			1,25			1,5			1,75		
	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂
1,0	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	5	8	5	5
1,5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	8	8	6½	8
2,0	8	6½	6	8	6½	8	8	6½	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	9	10	10	10	10	10
2,5	8	8	8	9	8	8	9	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	12	12	12	12	12
3,0	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	12	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	14	12	14	14	14
3,5	11	12	10	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	12	13	14	14	14	14	14	15	16	14	15	16	16
4,0	12	12	12	13	14	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14	15	16	14	16	16	16	16	18	16	17	18	18
4,5	14	14	14	14	14	14	15	16	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18
5,0	15	16	14	15	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	20	20	20	20	22	20
5,5	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	22	20	21	22	—	22	26	—
6,0	17	18	18	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	20	20	20	22	20	22	22	—	23	26	—	24	26	—

*) См. „Приложеніе“.

A.

ноги и прогоны.

горизонтальной проекціи.



a, a_1 разстоянія стр. фермъ и опоръ прогоновъ.
B ширина нагрузки стр. ногъ.

a) 300 kg

Разстояніе стр. ногъ или прогоновъ l m	Потребныя I, [и ⅂ -желѣза въ номерахъ германскаго сортамента*) при ширинѣ нагрузки въ метрахъ въ:																									
	2,0			2,5			3,0			3,5			4,0			4,5			5,0			5,5			6,0		
	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂
1,0	8	5	5	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	8	8	6½	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8	9	8	8
1,5	8	8	8	9	8	8	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	12	12
2,0	11	10	10	11	12	12	12	12	12	13	12	12	14	14	14	14	14	14	15	16	14	15	16	16	16	16	16
2,5	13	12	12	14	14	14	14	14	14	15	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18
3,0	15	16	14	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	20	18	19	20	20	20	22	20	21	22	20	21	22	—
3,5	17	18	16	18	18	18	19	20	18	20	20	20	20	22	20	21	22	—	22	26	—	23	26	—	24	26	—
4,0	19	20	18	20	20	20	21	22	20	22	22	—	23	26	—	23	26	—	24	26	—	26	30	—	26	30	—
4,5	20	22	20	22	22	—	23	26	—	24	26	—	24	26	—	26	30	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—
5,0	22	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	30	—	—	30	—	—	32	—	—
5,5	24	26	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	30	30	—	30	—	—	32	—	—	32	—	—	34	—	—
6,0	26	30	—	28	30	—	28	30	—	30	—	—	32	—	—	32	—	—	34	—	—	34	—	—	36	—	—

б) 250 kg

l m	2,0			2,5			3,0			3,5			4,0			4,5			5,0			5,5			6,0		
	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂	I	[	⅂
1,0	8	5	5	8	5	5	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	8	8	6½	8	9	8	8	9	8	8
1,5	8	8	8	9	8	8	9	8	8	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	12	12	12	12	12	12
2,0	10	10	10	11	10	10	11	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14	15	16	14
2,5	12	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14	15	16	14	16	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18
3,0	14	14	14	15	16	14	16	16	16	16	16	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	22	20
3,5	16	16	16	17	18	16	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	22	20	21	22	20	22	26	—	22	26	—
4,0	18	18	18	19	20	18	20	20	20	21	22	20	21	22	—	22	26	—	23	26	—	24	26	—	24	26	—
4,5	19	20	20	21	22	20	22	22	—	23	26	—	23	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	26	30	—
5,0	21	22	—	22	26	—	24	26	—	24	26	—	26	30	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	30	—	—
5,5	23	26	—	24	26	—	26	30	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	30	—	—	30	—	—	32	—	—
6,0	24	26	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	30	—	—	30	—	—	32	—	—	32	—	—	34	—	—

*) См. „Приложеніе“.

в) 225 kg

l	0,5			0,6			0,7			0,8			0,9			1,0			1,25			1,5			1,75		
m	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂
1,0	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	3	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	5	5
1,5	8	4	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	8
2,0	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	8	8	6½	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	10	10	10
2,5	8	8	8	9	8	8	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	12	12
3,0	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	12	10	11	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	14
3,5	11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	12	12	14	14	14	14	14	14	15	16	16
4,0	12	12	12	13	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	15	16	16	16	16	16	17	18	16
4,5	13	14	14	14	14	14	14	14	14	15	16	14	15	16	16	16	16	16	17	18	16	18	18	18	18	20	18
5,0	14	14	14	15	16	14	16	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	20	18	19	20	20	20	20	20
5,5	15	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	20	20	20	21	22	20	21	22	—
6,0	17	18	16	17	19	18	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	20	20	21	22	—	22	26	—	23	26	—

г) 185 kg

l	0,5			0,6			0,7			0,8			0,9			1,0			1,25			1,5			1,75		
m	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂
1,0	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	3	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4
1,5	8	4	4	8	4	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	6
2,0	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	8	8	6½	8	8	6½	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8
2,5	8	6½	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10
3,0	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	12	12	12	12	12	12	13	12	12
3,5	10	10	10	11	10	10	11	12	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14
4,0	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	14	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14	15	16	16	16	16	16
4,5	12	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14	15	14	14	15	16	14	16	16	16	17	18	16	17	18	18
5,0	14	14	14	14	14	14	15	16	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	17	18	18	18	18	18	19	20	20
5,5	15	14	14	15	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	20	20	20	20	22	20
6,0	16	16	16	16	18	16	17	18	18	18	18	18	18	20	18	19	20	18	20	22	20	21	22	—	22	26	—

д) 150 kg

l	0,5			0,6			0,7			0,8			0,9			1,0			1,25			1,5			1,75		
m	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂	I	⊏	⅂
1,0	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	3	3	8	4	4	8	4	4	8	4	4
1,5	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	6½	6	8	6½	6
2,0	8	5	5	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	6	8	6½	8	8	6½	8	8	8	8	9	8	8
2,5	8	6½	8	8	6½	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10
3,0	8	8	8	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	12	12	12	12	12
3,5	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	14	12	13	14	14
4,0	11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14	15	16	14
4,5	12	12	12	12	12	12	13	14	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14	15	16	17	16	16	16	16	16	16
5,0	13	12	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14	15	16	14	15	16	16	16	16	16	17	18	18	18	18	18
5,5	14	14	14	15	14	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	17	18	16	18	18	18	18	20	18	19	20	20
6,0	15	16	14	16	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	20	20	20	20	21	22	20

в) 225 kg

l m	2,0			2,5			3,0			3,5			4,0			4,5			5,0			5,5			6,0		
	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z
1,0	8	4	5	8	5	5	8	5	5	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	8	8	$6^1/_2$	8	8	8	8
1,5	8	$6^1/_2$	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	11	12	10
2,0	10	10	10	11	10	10	11	12	10	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14
2,5	12	12	12	13	12	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14	15	16	14	16	16	16	16	16	16	17	18	16
3,0	14	14	14	15	14	14	15	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	19	20	20
3,5	16	16	16	16	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	22	20	21	22	20	21	22	—
4,0	17	18	18	18	20	18	19	20	20	20	22	20	21	22	20	21	22	—	22	26	—	23	26	—	23	26	—
4,5	19	20	20	20	22	20	21	22	—	22	26	—	23	26	—	23	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—
5,0	21	22	20	22	26	—	23	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—
5,5	22	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	28	30	—	30	—	—	30	—	—
6,0	24	26	—	26	26	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	30	—	—	30	—	—	32	—	—	32	—	—

г) 185 kg

l m	2,0			2,5			3,0			3,5			4,0			4,5			5,0			5,5			6,0		
	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z
1,0	8	4	4	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	8
1,5	8	$6^1/_2$	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10
2,0	9	10	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	12
2,5	11	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14	15	14	14	15	16	14	16	16	16
3,0	13	14	12	14	14	14	15	14	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18
3,5	15	16	14	16	16	16	16	16	16	17	18	18	18	18	18	18	20	18	19	20	18	19	20	20	20	22	20
4,0	16	16	16	17	18	18	18	20	18	19	20	20	20	20	20	20	22	20	21	22	—	21	22	—	22	26	—
4,5	18	18	18	19	20	20	20	22	20	21	22	—	22	22	—	22	26	—	23	26	—	23	26	—	24	26	—
5,0	20	20	20	21	22	20	22	22	—	23	26	—	23	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	26	30	—
5,5	21	22	—	22	26	—	23	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	28	30	—
6,0	23	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	30	30	—	30	—	—	30	—	—

д) 150 kg

l m	2,0			2,5			3,0			3,5			4,0			4,5			5,0			5,5			6,0		
	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z	I	[	Z
1,0	8	4	4	8	4	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	5	5	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	6
1,5	8	$6^1/_2$	6	8	$6^1/_2$	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	9	8	8	10	10	8	10	10	10
2,0	9	8	8	9	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11	12	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12
2,5	11	10	10	11	12	12	12	12	12	12	12	12	13	12	12	13	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3,0	12	12	12	13	14	12	14	14	14	14	14	14	15	16	14	15	16	16	16	16	16	16	16	16	17	18	16
3,5	14	14	14	15	16	14	16	16	16	16	16	16	17	18	16	17	18	18	18	18	18	18	20	18	19	20	18
4,0	16	16	16	16	18	16	17	18	18	18	18	18	19	20	18	19	20	20	20	20	20	20	22	20	21	22	20
4,5	17	18	18	18	18	18	19	20	20	20	20	20	20	22	20	21	22	—	22	22	—	22	26	—	24	26	—
5,0	19	20	18	20	20	20	21	22	20	21	22	—	22	26	—	23	26	—	24	26	—	24	26	—	26	26	—
5,5	20	22	20	21	22	—	22	26	—	23	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	26	30	—	28	30	—
6,0	21	22	—	23	26	—	24	26	—	26	26	—	26	30	—	26	30	—	28	30	—	28	30	—	28	30	—

Въ таблицахъ отъ Б до З составлены измѣренія и вѣсъ стропильныхъ фермъ для пролетовъ отъ 8 до 26 метровъ (26′ до 85′), для различной нагрузки стропильныхъ фермъ и различнаго разстоянія ихъ другъ отъ друга.

Системы стропильныхъ фермъ, для составныхъ частей которыхъ подобраны различныя профили, показаны въ таблицахъ. Наибольшій пролетъ для каждой изъ приведенныхъ трехъ системъ опредѣленъ былъ такъ, чтобы разстояніе подкосовъ или подпорокъ другъ отъ друга не превосходило 4 метровъ (13′ 2″).

Приподнятіе нижнихъ поясовъ или затяжекъ составляетъ $^1/_{10}$ подъема фермы. Для стропильныхъ фермъ съ горизонтальными нижними поясами или затяжками или съ затяжками меньшаго приподнятія также можно пользоваться таблицами, такъ-какъ напряженія частей стропильныхъ фермъ въ такомъ случаѣ мало измѣняется.

Нагрузки, принятыя для разчета размѣровъ поперечнаго сѣченія частей стропильныхъ фермъ, тѣ же самыя, какъ для разсчета размѣровъ поперечнаго сѣченія стропильныхъ ногъ и прогоновъ. Для собственнаго вѣса стропильныхъ фермъ сдѣланы къ этимъ нагрузкамъ еще надлежащія добавки.

Размѣры стропильныхъ фермъ въ таблицахъ опредѣлены были такимъ образомъ, чтобы наибольшее напряженіе желѣзныхъ частей, подвергающихся сжатію или растяженію, не превосходило 1000 кил. на кв. сантиметръ (400 пуд. на кв. дюймъ).

Для всѣхъ частей фермы, подвергающихся сжатію, поперечныя сѣченія опредѣлены были по формулѣ Шварцъ-Ранкина:

$$P = \frac{F \cdot K_2}{1+\frac{\alpha F l^2}{J}} = \frac{F\ K_2}{1+\alpha\left(\frac{l}{r}\right)^2},$$

гдѣ F представляетъ площадь поперечнаго сѣченія, J — наименьшій моментъ инерціи его, r — радіусъ инерціи, l — разсчетную длину сжатой части, K_2 — прочное сопротивленіе матеріала сжатію. Прочное сопротивленіе принято было:

для желѣза:

растяженію = 1000 кил. на кв. см. (400 пуд. на кв. дм.),
сжатію = 1000 „ „ „ (400 „ „ „);

для чугуна:

растяженію = 250 „ „ „ (100 „ „ „),
сжатію = 500 „ „ „ (200 „ „ „).

Коэффиціентъ α выбранъ былъ
для желѣза = 0,0001*),
„ чугуна = 0,0002.

*) Въ Россіи берутъ α = 0,00008.

Толщина соединительныхъ листовъ опредѣлена была при предположеніи, что сжатіе на единицу площади поверхности отверстія для заклепки приблизительно вдвое больше срѣзывающаго усилія на единицу площади поперечнаго сѣченія заклепки. Этому условію удовлетворяется, если толщина листовъ $\delta = {}^3/_4 d$, гдѣ черезъ d означается поперечникъ заклепки. При этомъ приняты были въ соображеніе соединительныя заклепки, необходимыя для соединенія стержней съ соединительнымъ листомъ и опоръ.

При разсчетѣ оказалось, что величина поперечнаго сѣченія стержней стропильныхъ фермъ для крышъ съ наклономъ 1 : 2 и нагрузками въ 225 и 185 кил. на кв. метръ (63 и 51 пудъ на кв. саж.) горизонтальной проекціи относительно почти равняются величинѣ поперечнаго сѣченія стержней стропильныхъ фермъ для крышъ съ наклономъ 1 : 1½ и съ нагрузками въ 300 и 250 кил. на кв. метръ (84 и 70 пуд. на кв. саж.) горизонтальной проекціи. Поэтому и размѣры частей стропильныхъ фермъ для обоихъ наклоновъ крышъ съ соотвѣтственными нагрузками соединены въ одной таблицѣ.

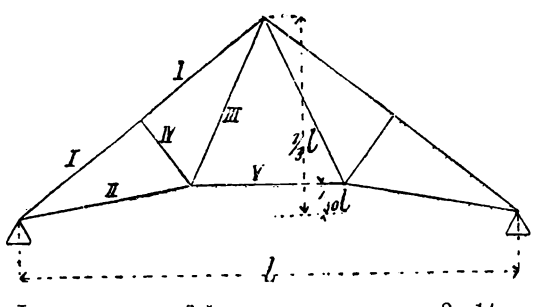
Таблицы И и I служатъ для опредѣленія необходимыхъ соединительныхъ заклепокъ для отдѣльныхъ стержней стропильныхъ фермъ. Таблица И содержитъ уголки, употребляемые для устройства стропильныхъ фермъ, толщину ихъ, поперечникъ соединительныхъ заклепокъ и необходимое число послѣднихъ. Таб. I содержитъ въ себѣ ширину b и толщину d полосового желѣза, употребляемаго для устройства стропильныхъ фермъ, поперечникъ соединительныхъ заклепокъ и необходимое число послѣднихъ.

Для опредѣленія необходимаго числа соединительныхъ заклепокъ принято прочное сопротивленіе желѣза срѣзыванію равнымъ $^4/_5$ прочнаго сопротивленія его растяженію.

Такъ-какъ каждая изъ составныхъ частей стропильной фермы состоитъ изъ 2 уголковъ, прикрѣпленныхъ къ общему соединительному листу, и поэтому каждая заклепка срѣзывается по двумъ сѣченіямъ, то число заклепокъ, данное въ табл. И для одного уголка, оказывается достаточнымъ для обоихъ уголковъ.

Для составныхъ частей стропильныхъ фермъ, означенныхъ въ схемахъ на таблицахъ цифрами I, IV и V и подвергающихся сжимающему усилію, оказывается доотаточнымъ принимать только $^2/_3$ приведеннаго въ таблицѣ числа соединительныхъ заклепокъ.

Относительно нормальныхъ профилей желѣза германскаго сортамента, указываемъ на приложеніе настоящаго руководства.



Форма стропильной фермы для пролетовъ отъ 8—14 m (26½′—46′).

Таблица Б.

Стропильныя фермы.

Наклонъ крыши 1 : 1½. Нагрузка — 300 kg на кв. метръ гориз. проек.
„ „ 1 : 2. „ — 225 „ „ „ „ „ „

⫪ поперечное сѣченіе всѣхъ частей фермы для крышъ со стропильными ногами и частей фермы II—V для крышъ съ прогонами.

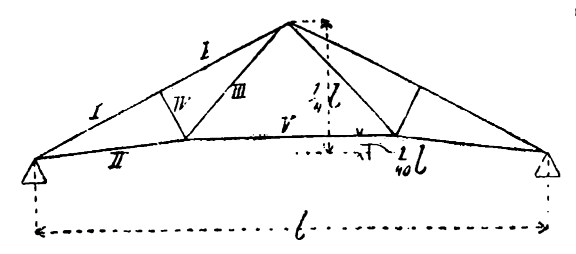
⫪ поперечное сѣченіе частей I фермы для крышъ съ прогонами.

Части I и IV фермы подвергаются сжатію.
„ II, III и V фермы подвергаются растяженію.

Пролетъ	Разстояніе фермъ	Фермы для крышъ со стропильными ногами. Потребные уголки въ номерахъ германскаго сортамента *). I		II		III		IV		V		Толщина соединитель. листовъ	Вѣсъ строп. фермы	Фермы для крышъ съ прогонами. Полосовое желѣзо и уголки для частей I при нагрузкѣ въ 300 kg на кв. метръ горизонтальной проекціи. Полос. желѣзо.		Уголки.		Вѣсъ строп. фермы	Опорныя давленія отъ нагрузки на кв. метръ гориз. проек.	
l m	a m	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	mm	kg	Ширина mm	Толщ. mm	№	Толщ. mm	kg	300 kg	225 kg
8	2	5½	6	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	240	140	10	4½	5	300	2400	1800
	3	6½	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	280	170	10	4½	5	330	3600	2700
	4	7	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	300	190	10	4½	7	370	4800	3600
	5	7½	8	4½	7	4	4	4	4	4½	5	10	350	220	10	5	7	420	6000	4500
	6	7½	10	5	7	4½	5	4½	5	5	5	12	430	220	12	5½	8	520	7200	5400
9	2	6½	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	310	160	10	4½	5	360	2700	2030
	3	7	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	330	190	10	4½	5	390	4050	3040
	4	7	9	5	5	4	4	4	4	5	5	12	390	200	12	4½	7	470	5400	4050
	5	8	10	5½	6	4½	5	4½	5	5½	6	13	500	210	13	5½	8	590	6750	5060
	6	9	9	5½	8	4½	5	4½	5	5½	6	13	540	230	13	5½	8	640	8100	6080
10	2	6½	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	350	170	10	4½	5	410	3000	2250
	3	7	9	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	430	210	10	4½	7	480	4500	3380
	4	7½	10	4½	7	4½	5	4½	5	4½	5	10	520	240	10	5	7	570	6000	4500
	5	9	9	5½	6	4½	5	4½	5	5½	6	13	570	240	13	5½	8	700	7500	5630
	6	9	11	5½	8	4½	5	4½	7	5½	6	13	690	260	13	6	8	780	9000	6750
11	2	7	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	400	190	10	4½	5	470	3300	2480
	3	7½	10	4½	5	4½	5	4½	5	4½	5	10	550	230	10	4½	7	570	4950	3710
	4	9	9	4½	7	4½	5	4½	7	4½	5	10	620	260	10	5½	8	690	6600	4950
	5	9	11	5½	8	4½	5	4½	7	5½	6	13	740	260	13	6	8	840	8250	6190
	6	10	10	6	8	5	5	5	7	6	6	13	790	280	13	6½	9	940	9900	7430
12	2	7½	8	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	490	210	10	4½	5	530	3600	2700
	3	8	10	4½	7	4½	5	4½	5	4½	5	10	650	250	10	4½	7	670	5400	4050
	4	9	11	5	7	4½	5	4½	7	5	5	12	770	260	12	5½	8	830	7200	5400
	5	10	10	5½	8	5	5	5	7	5½	6	13	840	280	13	6	8	960	9000	6750
	6	10	12	6	8	5	5	5	7	6	6	13	950	310	13	6½	9	1080	10800	8100
13	2	7½	10	4½	5	4½	5	4½	5	4½	5	10	640	220	10	4½	7	660	3900	2930
	3	9	9	4½	7	4½	5	4½	5	4½	5	10	710	270	10	5	7	770	5850	4390
	4	10	10	5	7	4½	5	4½	7	5	5	12	840	290	12	5½	8	950	7800	5850
	5	10	12	5½	8	5	5	5	7	5½	6	13	1000	310	13	6½	9	1140	9750	7310
	6	11	12	6½	9	5½	6	5½	6	6½	7	15	1160	310	15	7½	8	1320	11700	8780
14	2	8	10	4½	5	4½	5	4½	5	4½	5	10	710	240	10	4½	7	740	4200	3150
	3	9	11	4½	7	4½	5	4½	7	4½	5	10	860	290	10	5	7	880	6300	4730
	4	10	12	5½	8	5	5	5	7	5½	6	13	1060	300	13	6	8	1150	8400	6300
	5	11	12	6	8	5½	6	5½	8	6	6	13	1190	330	13	6½	9	1320	10500	7880
	6	12	11	6½	9	5½	6	5½	8	6½	7	15	1240	340	15	7½	10	1580	12600	9450

Чтобы получить опорныя давленія отъ полной нагрузки стропильныхъ фермъ, приходится прибавить къ опорнымъ давленіямъ, приведеннымъ въ таблицѣ, еще половину вѣса стропильныхъ фермъ.

*) См. „Приложеніе“.



Форма стропильной фермы для пролетовъ отъ 8—14 m (26½′—46′).

Таблица В.

Стропильныя фермы.

Наклонъ крыши 1 : 1½. Нагрузка—250 kg на кв. метръ гориз. проек.
„ „ 1 : 2. „ —185 „ „ „ „ „ „

⁻||⁻ поперечное сѣченіе всѣхъ частей фермы для крышъ со стропильными ногами и частей II—IV фермы для крышъ съ прогонами.

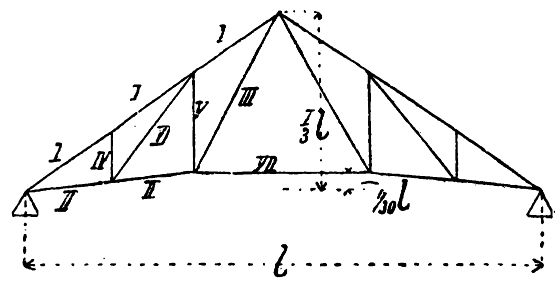
⁻|||⁻ поперечное сѣченіе частей I фермы для крышъ съ прогонами.

Части I и IV фермы подвергаются сжатію.
„ II, III и V фермы подвергаются растяженію.

Пролетъ.	Разстояніе фермъ.	Фермы для крышъ со стропильными ногами.												Фермы для крышъ съ прогонами.					Опорныя давленія отъ нагрузки на кв. метръ гориз. проек.	
		Потребные уголки въ номерахъ германскаго сортамента *).										Толщина соединитель листовъ.	Вѣсъ строп. фермы.	Полосовое желѣзо и уголки для частей I при нагрузкѣ въ 250 kg на кв. метръ горизонтальной проекціи.				Вѣсъ строп. фермы.		
		I		II		III		IV		V				Полос. желѣзо.		Уголки.				
m	a m	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	mm	kg	Ширина mm	Толщ. mm	№	Толщ. mm	kg	250 kg	185 kg
8	2	5½	6	4	4	4	4	4	4	4	4	10	220	130	10	3½	4	250	2000	1480
	3	5½	8	4	4	4	4	4	4	4	4	10	260	150	10	4	4	270	3000	2220
	4	6½	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	280	180	10	4½	5	340	4000	2960
	5	6½	9	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	330	200	10	4½	7	380	5000	3700
	6	7	9	4½	7	4	4	4	4	4½	5	10	360	220	10	5	7	430	6000	4440
9	2	5½	8	4	4	4	4	4	4	4	4	10	290	140	10	3½	4	290	2250	1670
	3	6	8	4	4	4	4	4	4	4	4	10	300	170	10	4½	5	350	3380	2500
	4	6½	9	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	370	200	10	4½	7	430	4500	3330
	5	7½	8	5	5	4	4	4	4	5	5	12	380	200	12	4½	7	470	5630	4160
	6	8	10	5	7	4	4	4	4	5	5	12	480	220	12	5½	8	560	6750	5000
10	2	6	8	4	4	4	4	4	4	4	4	10	340	160	10	3½	4	340	2500	1850
	3	6½	9	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	410	190	10	4½	5	430	3750	2780
	4	7½	8	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	420	220	10	4½	7	490	5000	3700
	5	7½	10	5½	6	4	4	4½	5	5½	6	13	520	220	13	5	7	620	6250	4630
	6	9	9	5½	6	4½	5	4½	5	5½	6	13	570	240	13	5½	8	700	7500	5550
11	2	6½	7	4	4	4	4	4	4	4	4	10	360	170	10	4	4	390	2750	2040
	3	7½	8	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	460	210	10	4½	5	490	4130	3050
	4	8	10	4½	7	4	4	4½	5	4½	5	10	580	240	10	4½	7	590	5500	4070
	5	9	9	4½	7	4	4	4½	5	4½	5	10	590	270	10	5½	7	680	6880	5090
	6	9	11	5½	8	4½	5	4½	5	5½	6	13	740	260	13	6	8	830	8250	6110
12	2	6½	9	4	4	4	4	4	4	4	4	10	450	190	10	4	4	450	3000	2220
	3	7½	10	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	570	230	10	4½	7	600	4500	3330
	4	9	9	4½	7	4	4	4½	5	4½	5	10	640	260	10	5	7	680	6000	4440
	5	9	11	5½	6	4½	5	4½	5	5½	6	13	770	260	13	5½	8	860	7500	5550
	6	10	10	5½	8	4½	5	4½	7	5½	6	13	820	280	13	6	8	950	9000	6660
13	2	7½	8	4	4	4	4	4	4	4	4	10	500	200	10	4½	5	530	3250	2410
	3	8	10	4½	5	4	4	4½	5	4½	5	10	650	250	10	4½	7	680	4880	3610
	4	9	11	4½	7	4	4	4½	5	4½	5	10	780	290	10	6	6	790	6500	4810
	5	10	10	5½	8	4½	5	4½	7	5½	6	13	880	280	13	5½	8	1000	8130	6010
	6	10	12	5½	8	4½	5	5½	6	5½	6	13	990	310	13	6½	9	1130	9750	7220
14	2	7½	10	4	4	4	4	4	4	4	4	10	610	220	10	4½	5	600	3500	2590
	3	9	9	4½	5	4	4	4½	5	4½	5	10	700	270	10	4½	7	760	5250	3890
	4	10	10	5	7	4	4	4½	7	5	5	12	860	280	12	6	6	940	7000	5180
	5	10	12	5½	8	4½	5	5½	6	5	6	13	1050	300	13	6	8	1140	8750	6480
	6	11	12	6	8	4½	5	5½	6	6	6	13	1130	330	13	6½	9	1270	10500	7770

Чтобы получить опорныя давленія отъ полной нагрузки стропильныхъ фермъ, приходится прибавить къ опорнымъ давленіямъ, приведеннымъ въ таблицѣ, еще половину вѣса стропилчныхъ фермъ.

*) См. „Приложеніе“.



Форма стропильной фермы для пролетовъ отъ 12—20 m (40′—66′).

Таблица Г.

Стропильныя фермы.

Наклонъ крыши 1 : 1½. Нагрузка—300 kg на кв. метръ гориз. проек.
„ „ 1 : 2. „ —225 „ „ „ „ „ „

‾||‾ поперечное сѣченіе всѣхъ частей фермы для крышъ со стропильными ногами и частей II—VII фермы для крышъ съ прогонами.

‾|||‾ поперечное сѣченіе частей I фермы для крышъ съ прогонами.
Части I, IV и V фермы подвергаются сжатію.
„ II, III, VI и VII фермы подвергаются растяженію.

Пролетъ.	Разстояніе фермъ.	Фермы для крышъ со стропильными ногами. Потребные уголки въ номерахъ германскаго сортамента *). I.		II.		III.		IV.		V.		VI.		VII.		Толщина соединитель. листовъ.	Вѣсъ фермы.	Фермы для крышъ съ прогонами. Полос. желѣзо и уголки для частей I при нагрузкѣ въ 300 kg на кв. м. горизонталь. проекціи. Полос. жел.		Уголки.		Вѣсъ строп. фермы.	Опорныя давленія отъ нагрузки на кв. метръ гориз. проек.	
l m	a m	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ mm	mm	kg	Шир. mm	Толщ. mm	№	Толщ. mm	kg	300 kg	225 kg
12	2	6½	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	4	4	4½	5	10	480	140	10	4½	5	510	3600	2700
	3	7½	8	4½	7	4	4	4	4	4½	7	4	4	4½	5	12	590	150	12	5	7	660	5400	4050
	4	8	10	5½	8	4½	5	4	4	5	7	4	4	5½	6	13	770	170	13	5½	8	830	7200	5400
	5	9	9	6	8	4½	5	4½	5	5½	8	4	4	6	6	13	810	190	13	6½	9	960	9000	6750
	6	9	11	6½	9	4½	7	4½	5	5½	8	4½	5	6½	7	15	980	190	15	8	8	1120	10800	8100
13	2	7	7	4½	5	4	4	4	4	4½	7	4	4	4½	5	10	550	150	10	4½	7	630	3900	2390
	3	7½	10	4½	7	4	4	4	4	5	7	4	4	4½	5	10	730	180	10	5	7	720	5850	4930
	4	9	9	5½	8	4½	5	4½	5	5½	8	4½	5	5½	6	13	880	180	13	6	8	970	7800	5850
	5	9	11	6½	9	4½	7	4½	5	5½	8	4½	5	6½	7	15	1060	190	15	6½	9	1180	9750	7310
	6	10	10	6½	9	4½	7	4½	5	6½	7	4½	5	6½	7	15	1070	210	15	7½	10	1310	11700	8780
14	2	7½	8	4½	5	4	4	4	4	4½	7	4	4	4½	5	10	660	160	10	4½	7	690	4200	3150
	3	8	10	5	7	4½	5	4	4	5	7	4	4	5	5	12	850	180	12	5½	8	910	6300	4730
	4	9	11	5½	8	4½	5	4½	5	5½	8	4½	5	5½	6	13	1040	200	13	6½	9	1140	8400	6300
	5	10	10	6½	9	4½	7	4½	5	6½	7	4½	5	6½	7	15	1150	210	15	7½	8	1320	10500	7880
	6	11	10	7	9	4½	7	4½	7	6½	7	4½	5	7	7	15	1240	230	15	7½	10	1470	12600	9450
15	2	8	8	4½	7	4	4	4	4	5	7	4	4	4½	5	10	760	170	10	4½	7	790	4500	3380
	3	9	9	5	7	4½	5	4	4	5½	8	4	4	5	5	12	930	190	12	5½	8	1020	6750	5060
	4	10	10	6	8	4½	7	4½	5	6	8	4½	5	6	6	13	1180	210	13	6½	9	1300	9000	6750
	5	11	10	6½	9	4½	7	4½	7	6½	9	4½	5	6½	7	15	1330	220	15	7½	10	1550	11250	8440
	6	11	12	7½	10	5	7	4½	7	7½	8	4½	5	7½	8	15	1550	240	15	8	10	1730	13500	10130
16	2	7½	10	4½	7	4	4	4	4	5	7	4	4	4½	5	10	870	180	10	4½	7	860	4800	3600
	3	9	11	5½	8	4½	5	4½	5	5½	8	4½	4	5½	6	13	1180	200	13	5½	8	1210	7200	5400
	4	11	10	6	8	4½	7	4½	5	6½	7	4½	5	6	6	13	1310	230	13	6½	9	1410	9600	7200
	5	11	12	7	9	4½	7	4½	7	7	9	4½	5	7	7	15	1580	240	15	7½	10	1740	12000	9000
	6	12	11	7½	10	5	7	4½	7	7½	8	4½	5	7½	8	16	1670	260	15	8	12	1980	14400	10800
17	2	8	10	4½	7	4	4	4½	5	5½	6	4	4	4½	5	10	970	190	10	4½	7	920	5100	3830
	3	9	11	5½	8	4½	5	4½	5	6	8	4½	5	5½	6	13	1260	210	13	6	8	1330	7650	5740
	4	11	10	6½	9	4½	7	4½	5	6½	9	4½	5	6½	7	15	1480	220	15	8	8	1680	10200	7650
	5	11	12	8	8	4½	7	4½	7	7	9	4½	5	8	8	15	1720	250	15	7½	10	1900	12750	9560
	6	11	14	8	10	5½	8	5½	6	8	8	5	5	8	8	16	2000	260	16	8	12	2330	15300	11480
18	2	9	9	4½	7	4	4	4	4	5½	8	4	4	4½	5	10	1060	210	10	5	7	1060	5400	4050
	3	10	10	5½	8	4½	5	4½	5	6½	7	4½	5	5½	6	13	1330	220	13	6½	9	1510	8100	6080
	4	11	12	6½	9	4½	7	4½	7	6½	9	4½	5	6½	7	15	1740	240	15	8	8	1850	10800	8100
	5	12	11	8	8	5	7	5	7	7½	8	4½	5	8	8	15	1830	260	15	8	10	2090	13500	10130
	6	13	12	9	9	5½	8	5½	6	7½	10	4½	7	9	9	16	2220	280	16	9	11	2530	16200	12150
19	2	9	11	4½	7	4	4	4½	5	6	8	4	4	4½	5	10	1260	220	10	5½	8	1230	5700	4280
	3	11	10	6	8	4½	5	4½	7	7	7	4½	5	6	6	13	1530	230	13	6½	9	1660	8550	6410
	4	11	12	6½	9	4½	7	4½	7	7½	8	4½	5	6½	7	15	1830	250	15	7½	10	2050	11400	8550
	5	12	13	7½	10	5½	8	5½	6	7½	10	4½	5	7½	8	15	2200	280	15	8	12	2480	14250	10690
	6	13	14	8	12	5½	8	5½	6	8	10	4½	7	8	8	16	2550	300	16	10	10	2760	17100	12830
20	2	9	11	4½	7	4½	5	4½	5	6	8	4½	5	4½	5	10	1370	230	10	5½	8	1350	6000	4500
	3	11	10	6	8	4½	7	4½	7	6½	9	4½	5	6	6	13	1660	240	13	6½	9	1820	9000	6750
	4	12	11	7	9	4½	7	4½	7	8	8	4½	5	7	7	15	1960	260	15	7½	10	2230	12000	9000
	5	13	12	7½	10	5½	8	5½	6	8	10	4½	7	7½	8	15	2370	290	15	8	12	2660	15000	11250
	6	13	14	8	12	6	8	6	6	8	12	4½	7	8	8	16	2740	310	16	9	13	3110	18000	13500

Чтобы получить опорныя давленія отъ полной нагрузки стропильныхъ фермъ, приходится прибавить къ опорнымъ давленіямъ, приведеннымъ въ таблицѣ, еще половину вѣса стропильныхъ фермъ.

*) См. „Приложеніе“.

Таблица Д.

Форма стропильной фермы для пролетовъ отъ 12—20 m (40′—66′).

Стропильныя фермы.

Наклонъ крыши 1 : 1½. Нагрузка—250 kg. на кв. метръ гориз. проек
„ „ 1 : 2. „ —185 „ „ „ „ „ „

поперечное сѣченіе всѣхъ частей фермы для крышъ со стропильными ногами и частей II—VII фермы для крышъ съ прогонами.

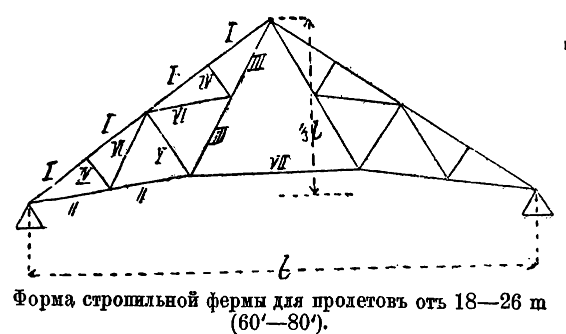
поперечное сѣченіе частей I фермы для крышъ съ прогонами.

Части I, IV и V фермы подвергаются сжатію.
„ II, III, IV и VII фермы подвергаются растяженію.

Пролетъ.	Разстояніе фермъ.	Фермы для крышъ со стропильными ногами. Потребные уголки въ номерахъ германскаго сортамента. *) I		II		III		IV		V		VI		VII		Толщина соединитель. листовъ.	Вѣсъ фермы.	Фермы для крышъ съ прогонами. Полос. желѣзо и уголки для частей I при нагрузкѣ въ 250 kg на кв. м. горизонталь. проекціи. Полос. жел.		Уголки.		Вѣсъ строп. фермы.	Опорныя давленія отъ нагрузки на кв. метръ гориз. проек.	
l m	a m	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	mm	kg	Шир. mm	Толщ. mm	№	Толщ. mm	kg	250 kg	185 kg
12	2	5½	8	4	4	4	4	4	4	4½	5	4	4	4	4	10	440	130	10	4½	5	470	3000	2220
	3	6½	9	4½	5	4	4	4	4	4½	5	4	4	4½	5	10	540	150	10	4½	7	570	4500	3330
	4	8	8	4½	7	4	4	4	4	4½	7	4	4	4½	5	10	610	180	10	5½	8	700	6000	4440
	5	8	10	5½	8	4½	5	4	4	5	7	4	4	5½	6	13	760	170	13	5½	8	820	7500	5550
	6	9	9	5½	8	4½	5	4	4	6	6	4	4	5½	6	13	780	190	13	6½	9	930	9000	6660
13	2	6½	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	4	4	4½	5	10	510	140	10	4½	5	560	3250	2410
	3	7½	8	4½	7	4	4	4	4	4½	7	4	4	4½	5	10	640	170	10	4½	7	680	4880	3610
	4	7½	10	5	7	4	4	4	4	5	7	4	4	5	5	12	740	180	12	5½	8	830	6500	4810
	5	9	9	5½	8	4½	5	4	4	6	6	4	4	5½	6	13	840	190	13	6	8	950	8130	6010
	6	9	11	6	8	4½	7	4	4	6½	7	4	4	6	6	13	990	210	13	6½	9	1100	9750	7220
14	2	7	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	4	4	4½	5	10	570	150	10	4½	5	610	3500	2590
	3	8	8	4½	7	4	4	4	4	5½	6	4	4	4½	5	10	710	180	10	5	7	770	5250	3890
	4	9	9	5	7	4½	5	4	4	5½	6	4	4	5	5	12	850	190	12	5½	8	930	7000	5180
	5	9	11	5½	8	4½	5	4	4	6	6	4	4	5½	6	13	1000	200	13	6½	9	1090	8750	6480
	6	10	10	6½	9	4½	7	4½	5	6½	7	4½	5	6½	7	15	1140	210	15	7	9	1330	10500	7770
15	2	7½	8	4½	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4½	5	10	690	160	10	4½	5	690	3750	2780
	3	7½	10	4½	7	4	4	4	4	5½	6	4	4	4½	5	10	820	190	10	5	7	840	5630	4160
	4	9	9	5½	8	4½	5	4	4	6	6	4	4	5½	6	13	950	190	13	6	8	1100	7500	5550
	5	10	10	6	8	4½	5	4½	5	6½	7	4	4	6	6	13	1120	220	13	6½	9	1260	9380	6940
	6	11	10	6½	9	4½	7	4½	5	7	7	4½	5	6½	7	13	1290	240	13	7½	10	1500	11250	8330
16	2	7½	8	4½	5	4	4	4	4	5½	6	4	4	4½	5	10	740	170	10	4½	7	800	4000	2960
	3	9	9	4½	7	4	4	4	4	6	6	4	4	4½	5	10	930	200	10	5½	8	980	6000	4440
	4	9	11	5½	8	4½	5	4½	5	6½	7	4	4	5½	6	13	1150	210	13	6	8	1230	8000	5920
	5	11	10	6½	9	4½	7	4½	5	7	7	4½	5	6½	7	15	1380	220	15	7	9	1560	10000	7400
	6	11	12	7½	8	4½	7	4½	7	7	7	4½	5	7½	8	15	1570	240	15	7½	10	1710	12000	8880
17	2	7½	10	4½	5	4	4	4	4	5½	6	4	4	4½	5	10	880	180	10	4½	7	880	4250	3150
	3	9	9	5	7	4	4	4	4	6	6	4	4	5	5	12	1000	200	12	5½	8	1120	6380	4720
	4	10	10	5½	8	4½	5	4½	5	6½	7	4	4	5½	6	13	1240	220	13	6½	9	1400	8500	6290
	5	11	10	6½	9	4½	7	4½	5	7	7	4½	5	6½	7	15	1460	230	15	8	8	1680	10630	7860
	6	11	12	8	8	4½	7	4½	7	7½	8	4½	5	8	8	15	1720	250	15	8	10	1930	12750	9440
18	2	8	10	4½	5	4	4	4	4	5½	6	4	4	4½	5	10	980	190	10	4½	7	940	4500	3330
	3	9	11	5	7	4½	5	4½	5	6½	7	4	4	5	5	12	1240	210	12	5½	8	1270	6750	5000
	4	10	12	6	8	4½	5	4½	5	6½	7	4	4	6	6	13	1480	230	13	6½	9	1530	9000	6660
	5	11	12	6½	9	4½	7	4½	7	7½	8	4½	5	6½	7	15	1730	240	15	7½	10	1910	11250	8330
	6	12	11	7½	10	5	7	4½	7	8	8	4½	5	7½	8	15	1870	260	15	8	10	2130	13500	9990
19	2	9	9	4½	7	4	4	4	4	6	6	4	4	4½	5	10	1090	200	10	4½	7	1050	4750	3520
	3	10	10	5½	8	4½	5	4½	5	6½	7	4	4	5½	6	13	1370	210	13	6	8	1460	7130	5270
	4	11	10	6	8	4½	7	4½	7	7	7	4	4	6	6	13	1540	240	13	6½	9	1690	9500	7030
	5	12	11	7½	8	4½	7	4½	7	7½	8	4½	5	7½	8	15	1870	250	15	7½	10	2090	11880	8790
	6	12	13	7½	10	5	7	5	7	8	8	4½	5	7½	8	15	2140	280	15	8	12	2400	14250	10500
20	2	9	9	4½	7	4	4	4½	5	6	6	4	4	4½	5	10	1140	210	10	4½	7	1140	5000	3700
	3	10	10	5½	8	4½	5	4½	5	7	7	4	4	5½	6	13	1440	220	13	6	8	1570	7500	5550
	4	11	12	6½	9	4½	7	4½	7	7½	8	4½	5	6½	7	15	1910	240	15	6½	9	1990	10000	7400
	5	12	11	7½	10	4½	7	4	7	8	8	4½	5	7½	8	15	2015	270	15	7½	10	2290	12500	9250
	6	13	12	7½	10	5½	8	5½	6	8	10	4½	7	7½	8	15	2370	290	15	8	12	2660	15000	11100

Чтобы получить опорныя давленія полной нагрузки стропильныхъ фермъ, приходится прибавить къ опорнымъ давленіямъ, приведеннымъ въ таблицѣ, еще половину вѣса стропильныхъ фермъ.

*) См. „Приложеніе“.



Форма стропильной фермы для пролетовъ отъ 18—26 m (60′—80′).

Таблица E.

Стропильныя фермы.

Наклонъ крышъ 1 : 1½. Нагрузка—300 kg на кв. метръ гориз. проек.

„ „ 1 : 2. „ —225 „ „ „ „ „ „

⊤||⊤ поперечное сѣченіе всѣхъ частей фермы для крышъ со стропильными ногами и частей II—VII фермы для крышъ съ прогонами.

⊤|||⊤ поперечное сѣченіе частей I фермы для крышъ съ прогонами.

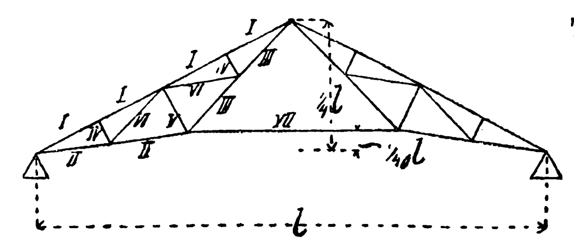
Части I, II и V фермы подвергаются сжатію.

„ II, III, VI и VI фермы подвергаются растяженію.

Пролетъ	Разстояніе фермъ	Фермы для крышъ со стропильными ногами. Потребные уголки въ номерахъ германскаго сортамента*). I		II		III		IV		V		VI		VII		Толщина соединительн. листовъ	Вѣсъ фермы	Фермы для крышъ съ прогонами. Полос. желѣзо и уголки для частей I при нагрузкѣ въ 300 kg на кв. м. горизонтальн. проекціи. Полос. жел.		Уголки.		Вѣсъ строп. фермы	Опорныя давленія отъ нагрузки на кв. метръ гориз. проек.	
l m	a	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	mm	kg	Шир. mm	Толщ. mm	№	Толщ. mm	kg	300 kg	225 kg
18	2	7½	10	4½	7	4	4	4	4	5	7	4	4	4½	5	10	1020	160	10	6	6	980	5400	4050
	3	9	11	5½	8	4½	5	4	4	5½	8	4	4	5½	6	13	1330	170	13	6½	9	1370	8100	6080
	4	10	10	6½	9	4½	7	4	4	6½	7	4	4	6½	7	15	1460	180	15	7½	10	1700	10800	8100
	5	11	12	7½	10	5½	8	4½	5	7½	8	4	4	7½	8	15	1900	200	15	9	9	2000	13500	10130
	6	12	11	9	9	5½	8	4½	5	7½	8	4	4	9	9	16	2000	210	16	10	10	2280	16200	12150
19	2	8	10	4½	7	4	4	4	4	5	7	4	4	4½	5	10	1110	160	10	6	6	1030	5700	42·0
	3	9	11	6	8	4½	5	4½	5	5½	8	4	4	6	6	13	1440	180	13	6½	9	1510	8550	6410
	4	10	12	7	9	4½	7	4½	5	7	7	4	4	7	7	15	1750	190	15	7	11	1880	11400	8550
	5	11	12	7½	10	4½	8	4½	5	7½	8	4	4	7½	8	15	2020	210	15	7½	12	2180	14250	10690
	6	12	11	9	11	6	8	4½	5	7½	8	4	4	9	9	18	2200	210	18	9	13	2660	17100	12830
20	2	8	10	5	7	4	4	4	4	5½	6	4	4	5	5	12	1180	160	12	6	6	1170	6000	4500
	3	10	10	6	8	4½	7	4½	5	6	8	4	4	6	6	13	1570	180	13	6½	9	1630	9000	6750
	4	11	10	8	8	5	7	4½	5	7	7	4	4	8	8	15	1830	200	15	7½	10	2040	12000	9000
	5	12	11	8	10	5½	8	4½	5	7	9	4	4	8	8	16	2150	210	16	8	12	2420	15000	11250
	6	12	13	9	11	6	8	4½	7	8	8	4	4	9	9	18	2500	220	18	9	13	2870	18000	13500
21	2	9	9	5	7	4½	5	4	4	5½	8	4	4	5	9	12	1310	160	12	5½	8	1340	6300	4730
	3	10	10	6½	9	4½	7	4½	5	6½	7	4	4	6½	7	15	1710	180	15	7	9	1880	9450	7090
	4	11	12	8	8	5	7	4½	5	7	7	4	4	8	8	15	2100	210	15	8	10	2220	12600	9450
	5	12	11	9	11	5½	8	4½	5	7½	8	4	4	9	9	18	2380	210	18	9	11	2790	15750	11810
	6	13	12	9	11	6½	9	4½	7	8	8	4	4	9	9	18	2700	230	18	9	13	3100	18900	14180
22	2	9	9	5½	8	4½	5	4	4	5½	8	4	4	5½	6	13	1430	170	13	5½	8	1520	6600	4950
	3	10	12	6½	9	4½	7	4½	5	6½	9	4	4	6½	7	15	1990	190	15	7	9	2030	9900	7430
	4	11	12	7½	10	5½	8	4½	7	7½	8	4	4	7½	8	15	2300	220	15	9	9	2510	13200	9900
	5	12	13	9	11	6	8	4½	7	8	8	4	4	9	9	18	2740	220	18	9	13	2130	16500	12380
	6	13	14	11	10	6½	9	5	7	8	10	4	4	11	10	20	3220	230	20	10	14	3710	19800	14850
23	2	9	11	5½	8	4½	5	4	4	6	8	4	4	5½	6	13	1700	170	13	6	8	1650	6900	5180
	3	10	12	6½	9	4½	7	4½	5	6½	9	4	4	6½	7	15	2080	200	15	8	8	2160	10350	7760
	4	12	11	7½	10	5½	8	4½	7	7½	8	4	4	7½	8	15	2420	230	15	7½	12	2670	13800	10350
	5	13	12	9	11	6	8	4½	7	8	8	4	4	9	9	18	2870	230	18	9	13	3290	17250	12940
	6	13	14	9	13	6½	9	5	7	8	10	4½	5	9	9	18	3340	250	18	11	12	3750	20700	15530
24	2	9	11	5½	8	4½	5	4½	5	6	8	4	4	5½	6	13	1740	180	13	6	8	1750	7200	5400
	3	11	10	6½	9	4½	7	4½	5	7½	8	4	4	6½	7	15	2070	210	15	7½	10	2370	10800	8100
	4	12	13	7½	10	5½	8	4½	7	7½	10	4	4	7½	8	15	2770	240	15	8	12	2920	14400	10800
	5	13	14	9	11	6	8	5	7	9	9	4	4	9	9	18	3270	240	18	9	13	3490	18000	13500
	6	14	13	9	13	6½	9	5	7	9	9	4½	5	9	9	18	3480	260	18	11	12	3920	21600	16200
25	2	10	10	5½	8	4½	5	4½	5	6½	7	4	4	5½	6	13	1830	190	13	7	7	1850	7500	5630
	3	11	12	7	9	4½	7	4½	5	7	9	4	4	7	7	15	2400	210	15	7½	10	2510	11250	8440
	4	12	13	8	10	5½	8	4½	7	8	8	4	4	8	8	16	2900	240	16	8	12	3090	15000	11250
	5	14	13	10	10	6½	9	5	7	9	9	4	4	10	10	16	3530	250	18	10	12	3850	18750	14060
	6	14	15	10	12	7½	8	5½	6	9	11	4½	5	10	10	20	4000	260	20	11	14	4550	22500	16880
26	2	11	10	5½	8	4½	5	4½	5	6½	9	4	4	5½	6	13	2040	200	13	6½	9	2080	7800	5850
	3	12	11	8	8	5	7	4½	5	7½	8	4	4	8	8	15	2570	220	15	7½	10	2690	11700	8780
	4	13	12	9	9	5½	8	5	5	9	9	4	4	9	9	16	3100	250	16	9	11	3390	15600	11700
	5	14	13	10	10	6½	9	5½	6	9	9	4	4	10	10	18	3630	260	18	11	12	4140	19500	14630
	6	15	14	11	12	7	9	5½	8	9	11	4½	5	11	10	20	4300	270	20	11	14	4880	23400	17550

Чтобы получить опорныя давленія полной нагрузки стропильныхъ фермъ, приходится прибавить къ опорнымъ давленіямъ, приведеннымъ въ таблицѣ, еще половину вѣса стропильныхъ фермъ.

*) См. „Приложеніе“.



Форма стропильной фермы для пролетовъ отъ 18—26 m (60′—86′).

Таблица Ж.

Стропильныя фермы.

Наклонъ крыши 1 : 1½. Нагрузка—250 kg на кв. метръ гориз. проек.
„ „ 1 : 2. „ —185 „ „ „ „ „ „

поперечное сѣченіе всѣхъ частей фермы для крышъ со стропильными ногами и частей II—VII фермы для крышъ съ прогонами.

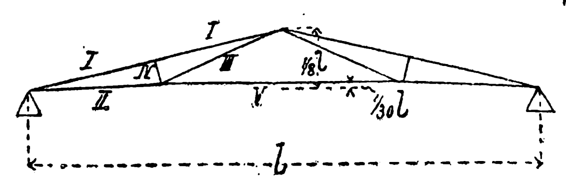
поперечное сѣченіе частей I фермы для крышъ съ прогонами.

Части I, IV и V фермы подвергаются сжатію.
„ II, III, VI, VII фермы подвергаются растяженію.

Пролетъ.	Разстояніе фермъ.	Фермы для крышъ со стропильными ногами. Потребные уголки въ номерахъ германскаго сортамента*)														Толщина соединитель. листовъ.	Вѣсъ фермы.	Фермы для крышъ съ прогонами. Полос. желѣзо и уголки для частей I при нагрузкѣ въ 250 kg на кв. м. горизонталь. проекціи.				Вѣсъ строп. фермы.	Опорныя давленія отъ нагрузки на кв. метръ гориз. проек.	
		I		II		III		IV		V		VI		VII				Полос. жел.		Уголки.				
l m	a m	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	№	Толщ. mm	mm	kg	Шир. mm	Толщ. mm	№	Толщ. mm	kg	250 kg	185 kg
18	2	7½	8	4½	7	4	4	4	4	4½	7	4	4	4½	5	10	900	140	10	4½	7	900	4500	3330
	3	8	10	5½	8	4½	5	4	4	5	7	4	4	5½	6	13	1160	150	13	5½	8	1200	6750	5000
	4	9	11	6	8	4½	7	4	4	5½	8	4	4	6	6	13	1380	180	13	6½	9	1440	9000	6660
	5	10	12	7½	8	4½	7	4	4	6	8	4	4	7½	8	15	1660	180	15	7½	10	1740	11250	8330
	6	11	12	7½	10	5½	8	4½	5	6½	7	4	4	7½	8	15	1890	200	15	7½	12	2010	13500	9990
19	2	7½	10	4½	7	4	4	4	4	5	7	4	4	4½	5	10	1070	150	10	4½	7	1000	4750	3520
	3	9	9	5½	8	4½	5	4	4	6	6	4	4	5½	6	13	1250	160	13	6	8	1330	7130	5270
	4	10	10	6½	9	4½	7	4	4	6½	7	4	4	6½	7	15	1550	170	15	7	9	1670	9500	7030
	5	11	10	7	9	4½	7	4½	5	7	7	4	4	7	7	15	1690	190	15	7½	10	1870	11880	8790
	6	11	12	7½	10	5½	8	4½	5	7	7	4	4	7½	8	15	1980	210	15	7½	12	2140	14250	10550
20	2	7½	10	4½	7	4	4	4	4	5½	6	4	4	4½	5	10	1110	160	10	5	7	1060	5000	3750
	3	9	9	5½	8	4½	5	4	4	6	6	4	4	5½	6	13	1300	170	13	6	8	1410	7500	5550
	4	10	10	6½	9	4½	7	4	4	6½	7	4	4	6½	7	15	1610	180	15	7	9	1780	10000	7400
	5	11	10	7½	10	5	7	4½	5	7	7	4	4	7½	8	15	1850	200	15	8	10	2120	12500	9250
	6	12	11	8	10	5½	8	4½	5	7	9	4	4	8	8	16	2150	210	16	8	12	2420	15000	11100
21	2	8	10	4½	7	4	4	4	4	5½	6	4	4	4½	5	10	1210	170	10	5	7	1140	5250	3890
	3	9	11	6	8	4½	5	4	4	6½	7	4	4	6	6	13	1560	180	13	7	7	1570	6880	5830
	4	10	12	6½	9	4½	7	4	4	6½	7	4	4	6½	7	15	1850	190	15	7½	10	1990	10500	7770
	5	11	12	7½	10	5	7	4½	5	7	7	4	4	7½	8	15	2130	210	15	7½	12	2330	13130	9710
	6	12	13	9	9	5½	8	4½	5	7½	8	4	4	9	9	16	2500	220	16	9	11	2650	15750	11660
22	2	8	10	4½	7	4½	5	4	4	6	6	4	4	4½	5	10	1300	170	10	5½	8	1300	5500	4070
	3	10	10	6	8	4½	5	4	4	6½	7	4	4	6	6	13	1640	190	13	6½	9	1740	8250	6110
	4	11	10	7	9	4½	7	4½	5	7	7	4	4	7	7	15	1910	200	15	7½	10	2180	11000	8140
	5	12	11	7½	10	5½	8	4½	5	7½	8	4	4	7½	8	15	2300	220	15	7½	12	2520	13750	10180
	6	12	13	9	11	5½	8	4½	7	8	8	4	4	9	9	18	2720	220	18	9	13	3110	16500	12210
23	2	9	9	5	7	4½	5	4	4	6	6	4	4	5	5	12	1400	170	12	5½	8	1450	5750	4260
	3	10	10	6	8	4½	5	4	4	6½	7	4	4	6	6	13	1710	190	13	6½	9	1810	8630	6380
	4	11	12	7	9	4½	7	4½	5	7½	8	4	4	7	7	15	2220	210	15	7½	10	2310	11500	8510
	5	12	13	8	10	5½	8	4½	5	7½	8	4	4	8	8	16	2660	220	16	8	12	2760	14380	10640
	6	13	12	9	11	6½	7	4½	7	8	8	4	4	9	9	18	2860	230	18	9	13	3270	17250	12770
24	2	9	11	5	7	4½	5	4	4	6½	7	4	4	5	5	12	1650	170	12	5½	8	1540	6000	4440
	3	10	10	6	8	4½	7	4½	5	7	7	4	4	6	6	13	1850	200	13	7	9	2020	9000	6660
	4	11	12	8	8	5	7	4½	5	7½	8	4	4	8	8	15	2380	220	15	8	10	2560	12000	8880
	5	12	13	8	10	5½	8	4½	7	8	8	4	4	8	8	16	2780	230	16	8	12	2930	15000	11100
	6	13	14	9	11	6	8	4½	7	8	10	4	4	9	9	18	3260	240	18	9	13	3480	18000	13320
25	2	9	11	5	7	4½	5	4	4	6½	7	4	4	5	5	12	1720	180	12	5½	8	1620	6250	4630
	3	11	10	6½	9	4½	7	4½	5	6½	9	4	4	6½	7	15	2130	200	15	7	9	2310	9380	6940
	4	12	11	7½	10	5	7	4½	7	8	8	4	4	7½	8	15	2570	230	15	8	10	2760	12500	9250
	5	13	12	9	9	5½	8	4½	7	8	10	4	4	9	9	16	2990	240	16	9	11	3230	15630	11560
	6	14	13	10	10	7	7	5	7	9	9	4	4	10	10	18	3480	250	18	10	12	3800	18750	13880
26	2	10	10	6	6	4½	5	4	4	6½	7	4	4	6	6	13	1830	180	13	5½	8	1780	6500	4810
	3	11	10	6½	9	4½	7	4½	5	7½	8	4	4	6½	7	15	2210	200	15	7	9	2380	9750	7220
	4	12	13	7½	10	5	7	4½	7	8	8	4	4	7½	8	15	2890	230	15	7½	12	2950	13000	9620
	5	13	14	9	11	6	8	5	7	8	10	4	4	9	9	18	3480	240	18	9	13	3750	16250	12030
	6	14	13	11	10	6½	9	5	7	9	9	4	4	11	10	20	3730	250	20	10	14	4370	19500	14430

Чтобы получить опорныя давленія полной нагрузки стропильныхъ фермъ, приходится прибавить къ опорнымъ давленіямъ, приведеннымъ въ таблицѣ, еще половину вѣса стропильныхъ фермъ.

*) См. „Приложеніе“.



Форма стропильной фермы для пролетовъ отъ 8—14 m (26½′—46′).

Таблица 3.

Стропильныя фермы.

Наклонъ крыши 1 : 4. Нагрузка—150 kg на кв. метръ гор из. проек.

╥ поперечное сѣченіе всѣхъ частей фермы для крышъ со стропильными ногами и частей II—V фермы для крышъ съ прогонами.

╥╥ поперечное сѣченіе частей I фермы для крышъ съ прогонами.

Части I и IV фермы подвергаются сжатію.

„ II, III и V фермы подвергаются растяженію.

Пролетъ. l mm	Разстояніе фермъ. a mm	Фермы для крышъ со стропильными ногами. Потребные уголки въ номерахъ германскаго сортамента *). I №	I Толщ. mm	II №	II Толщ. mm	III №	III Толщ. mm	IV №	IV Толщ. mm	V №	V Толщ. mm	Толщина соединительн. листовъ. mm	Вѣсъ строп. фермы. kg	Фермы для крышъ съ прогонами. Полос. желѣзо и уголки для частей I при нагрузкѣ въ 150 kg на кв. м. горизонтал. проекціи. Полос. жел. Шир. mm	Полос. жел. Толщ. mm	Уголки. №	Уголки. Толщ. mm	Вѣсъ строп. фермы. kg	Опорныя давленія отъ нагрузки на кв. метръ гориз. проек. 150 kg
8	2	5½	6	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	200	100	10	4	4	210	1200
	3	6½	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	240	120	10	4½	7	270	1800
	4	7	7	4½	7	4	4	4	4	4½	5	10	270	140	10	4½	7	290	2400
	5	7½	8	5½	8	4½	5	4	4	5½	6	13	350	140	13	5½	8	400	3000
	6	8	8	6	8	4½	5	4	4	6	6	13	370	150	13	6	8	430	3600
9	2	6	6	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	240	110	10	4½	5	260	1350
	3	7	7	4½	7	4	4	4	4	4½	5	10	300	130	10	4½	7	320	2030
	4	7½	8	5½	6	4	4	4	4	5½	6	13	360	140	13	5	7	390	2700
	5	7½	10	5½	8	4½	5	4	4	5½	6	13	430	150	13	6	8	470	3380
	6	9	9	6½	9	4½	5	4	4	6½	7	15	500	160	15	6½	9	580	4050
10	2	6½	7	4½	5	4	4	4	4	4½	5	10	300	120	10	4½	5	300	1500
	3	7½	8	4½	7	4	4	4	4	4½	5	10	370	150	10	4½	7	370	2250
	4	7½	10	5½	8	4½	5	4	4	5½	6	13	480	150	13	5½	8	510	3000
	5	9	9	6	8	4½	5	4	4	6	6	13	520	170	13	6½	9	590	3750
	6	9	11	6½	9	4½	7	4	4	6½	7	15	640	170	15	7	9	690	4500
11	2	7	7	4½	5	4	4	4	4	4½	4	10	340	140	10	4½	5	350	1650
	3	7½	10	5½	6	4	4	4	4	5½	6	13	490	140	13	5	7	490	2480
	4	9	9	5½	8	4½	5	4	4	5½	6	13	560	170	13	5½	8	580	3300
	5	9	11	6½	9	4½	5	4	4	6½	7	15	680	170	15	6½	9	710	4130
	6	10	10	7	9	4½	7	4	4	7	7	15	730	190	15	8	8	800	4950
12	2	7½	8	4½	7	4	4	4	4	4½	5	10	440	150	10	4½	7	440	1800
	3	8	10	6	6	4	4	4	4	6	6	13	570	160	13	5½	8	590	2700
	4	9	11	6½	7	4½	5	4	4	6½	7	15	710	170	15	6	8	730	3600
	5	10	10	6½	9	4½	7	4	4	6½	7	15	770	190	15	7	9	850	4500
	6	11	10	7½	10	4½	7	4	4	7½	8	15	880	210	15	7½	10	990	5400
13	2	7½	10	4½	7	4	4	4	4	4½	5	10	540	160	10	4½	7	540	1950
	3	9	9	5½	8	4½	5	4	4	5½	6	13	650	170	13	5½	8	680	2930
	4	10	10	6½	9	4½	5	4	4	6½	7	15	800	180	15	6½	9	860	3900
	5	11	10	7	9	4½	7	4	4	7	7	15	900	200	15	8	8	950	4880
	6	11	12	7½	10	5	7	4	4	7½	8	15	1050	220	15	8	10	1110	5850
14	2	8	10	4½	7	4	4	4	4	4½	5	10	590	170	10	4½	7	590	2100
	3	9	11	5½	8	4½	5	4	4	5½	6	13	770	180	13	5½	8	750	3150
	4	10	12	6½	9	4½	5	4	4	6½	7	15	940	200	15	6½	9	960	4200
	5	11	12	7½	10	4½	7	4	4	7½	8	15	1110	220	15	7½	10	1160	5250
	6	12	11	9	9	5	7	4	4	9	9	16	1180	230	16	8	12	1380	6300

Чтобы получить опорныя давленія полной нагрузки стропильныхъ фермъ, приходится прибавить къ опорнымъ давленіямъ, приведеннымъ въ таблицѣ; еще половину вѣса стропильныхъ фермъ.

*) См. „Приложеніе“.

Таблица II. Потребныя соединительныя заклепки для равнобокихъ уголковъ.

Уголки		Соединительныя заклепки		Уголки		Соединительныя заклепки		Уголки		Соединительныя заклепки		Уголки		Соединительныя заклепки		Уголки		Соединительныя заклепки		Уголки		Соединительныя заклепки	
Норм. проф. №	Толщ. mm	Поперечникъ mm	Потреб. число	Норм. проф. №	Толщ. mm	Поперечникъ mm	Потреб. число	Норм. проф. №	Толщ. mm	Поперечникъ mm	Потреб. число	Норм. проф. №	Толщ. mm	Поперечникъ mm	Потреб. число	Норм. проф. №	Толщ. mm	Поперечникъ mm	Потреб. число	Норм. проф. №	Толщ. mm	Поперечникъ mm	Потреб. число
3½	4	12	3	5	5	16	3	6½	7	20	3	8	8	20	5	11	10	26	5	14	13	26	8
3½	6	12	4	5	7	16	4	6½	9	20	4	8	10	22	5	11	12	26	6	14	15	26	9
—	—	—	—	5	9	16	5	6½	11	20	5	8	12	22	5	11	14	26	6	14	17	26	10
4	4	14	3	5½	6	18	3	7	7	20	4	9	9	22	5	12	11	26	6	15	14	26	9
4	6	14	3	5½	8	18	4	7	9	20	4	9	11	24	5	12	13	26	7	15	16	26	10
4	8	14	4	5½	10	18	5	7	11	20	5	9	13	24	6	12	15	26	8	15	18	26	11
4½	5	14	3	6	6	18	3	7½	8	20	4	10	10	24	5	13	12	26	7	16	15	26	10
4½	7	14	4	6	8	18	4	7½	10	20	5	10	12	26	5	13	14	26	8	16	17	26	12
4½	9	14	5	6	10	18	5	7½	12	20	6	10	14	26	6	13	16	26	9	16	19	26	13

Таблица I. Потребныя соединительныя заклепки для полосового желѣза.

Полосовое желѣзо		Заклепки		Полосовое желѣзо		Заклепки		Полосовое желѣзо		Заклепки		Полосовое желѣзо		Заклепки		Полосовое желѣзо		Заклепки		Полосовое желѣзо		Заклепки	
Шир. b mm	Толщ. d mm	Попереч. mm	Потреб. число	Шир. b mm	Толщ. d mm	Попереч. mm	Потреб. число	Шир. b mm	Толщ. d mm	Попереч. mm	Потреб. число	Шир. b mm	Толщ. d mm	Попереч. mm	Потреб. число	Шир. b mm	Толщ. d mm	Попереч. mm	Потреб. число	Шир. b mm	Толщ. d mm	Попереч. mm	Потреб. число
40	4	14	1	65	6	20	2	85	8	22	2	110	10	26	2	150	10	26	3	190	10	26	4
40	5	14	2	65	7	20	2	85	9	22	2	110	11	26	3	150	11	26	4	190	11	26	5
45	4	14	2	65	8	20	2	85	10	22	3	110	12	26	3	150	12	26	4	190	12	26	5
45	5	14	2	65	9	20	2	85	11	22	3	110	13	26	3	150	13	26	4	190	13	26	6
45	6	14	2	65	10	20	2	85	12	22	3	110	14	26	3	150	14	26	5	190	14	26	6
50	5	16	2	70	7	20	2	90	9	24	2	120	10	26	3	160	10	26	4	200	10	26	5
50	6	16	2	70	8	20	2	90	10	24	2	120	11	26	3	160	11	26	4	200	11	26	5
50	7	16	2	70	9	20	2	90	11	24	3	120	12	26	3	160	12	26	4	200	12	26	5
50	8	16	2	70	10	20	2	90	12	24	3	120	13	26	3	160	13	26	5	200	13	26	6
50	9	16	2	70	11	20	3	90	13	24	3	120	14	26	4	160	14	26	5	200	14	26	6
55	5	18	1	75	7	20	2	95	9	24	2	130	10	26	3	170	10	26	4	250	14	26	8
55	6	18	2	75	8	20	2	95	10	24	2	130	11	26	3	170	11	26	4	250	16	26	9
55	7	18	2	75	9	20	2	95	11	24	3	130	12	26	3	170	12	26	5	250	18	26	10
55	8	18	2	75	10	20	3	95	12	24	3	130	13	26	4	170	13	26	5	250	22	26	12
55	9	18	2	75	11	20	3	95	13	24	3	130	14	26	4	170	14	26	5	250	25	26	14
60	6	18	2	80	8	22	2	100	10	26	2	140	10	26	3	180	10	26	4	300	20	26	13
60	7	18	2	80	9	22	2	100	11	26	2	140	11	26	3	180	11	26	4	300	22	26	15
60	8	18	2	80	10	22	2	100	12	26	3	140	12	26	4	180	12	26	5	300	25	26	17
60	9	18	2	80	11	22	3	100	13	26	3	140	13	26	4	180	13	26	5	300	22	26	17
60	10	18	2	80	12	22	3	100	14	26	3	140	14	26	4	180	14	26	6	300	25	26	20

E. Соединенія желѣзныхъ частей.

На чертежахъ 1036—1040 на таб. 110 и 1041—1046 на таб. 111 представлены подвижныя соединенія брусковаго и болтового желѣза, которыя могутъ регулироваться.

На чертежахъ 1047—1055 на таб. 111 представлены неподвижныя соединенія брусковаго и болтового желѣза.

На чертежахъ 1056—1060 на таб. 111 изображены неподвижныя шарнирныя соединенія.

На чертежахъ 1061—1067 на таб. 111 и 1068 на таб. 112 представлены различные способы соединенія листового желѣза заклепками безъ накладокъ и съ накладками.

На чертежахъ 1069 и 1070 на таб. 112 представлены стыки двухъ уголковъ посредствомъ накладокъ изъ полосового желѣза и уголковъ.

На чертежахъ 1070 a и b на таб. 112 представлено соединеніе двутавроваго желѣза съ уголками и однотавровымъ желѣзомъ.

На чертежѣ 1070 c на таб. 112 представлено соединеніе двухъ уголковъ въ видѣ однотавроваго желѣза.

На чертежѣ 1070 d на таб. 112 представлено соединеніе четырехъ уголковъ въ крестообразномъ видѣ.

Глава VI.

КРОВЛИ.

Кровли должны представлять плотную и непроницаемую оболочку крышъ, защищающую внутренность строеній отъ дѣйствія дождя, снѣга и т. п. и иногда также отъ дѣйствія значительныхъ измѣненій температуры.

Во многихъ случаяхъ требуется отъ кровли, въ болѣе или менѣе высокой степени, безопасность отъ пожаровъ. При кровляхъ для заводскихъ зданій слѣдуетъ имѣть еще въ виду, могутъ ли онѣ сопротивляться дѣйствію паровъ и летучихъ кислотъ или нѣтъ.

При устройствѣ кровель слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы вода какъ можно скорѣе могла стекала со скатовъ крыши; иначе она накопляется на нихъ и проникаетъ черезъ швы отдѣльныхъ кусковъ кровельнаго матеріала во внутренность строенія, а при внезапномъ наступленіи мороза, вслѣдствіе замерзанія, повреждаетъ кровлю. Скорость стока воды зависитъ отъ наклона крыши и отъ степени шероховатости поверхности кровельнаго матеріала. При томъ же еамомъ наклонѣ крыши, вода съ гладкой поверхности скорѣе стекаетъ, чѣмъ съ шероховатой. Поэтому даютъ крышамъ, покрываемымъ кровельнымъ матеріаломъ маленькими кусками и шероховатой поверхности, большій наклонъ, чѣмъ крышамъ, кровля которыхъ имѣетъ гладкую поверхность и состоитъ изъ большихъ кусковъ. Вообще, для кровельнаго матеріала всякаго рода имѣется наименьшій предѣлъ допускаемаго наклона крыши. При нѣкоторыхъ кровляхъ, снабженныхъ окраскою или обмазкою, имѣется также наибольшій предѣлъ допускаемаго наклона крыши, такъ-какъ при слишкомъ крутыхъ крышахъ эта окраска или обмазка смывается дождемъ.

Кровли, употребляемыя для сельскихъ и городскихъ построекъ, бываютъ: соломенныя, глиносоломенныя, камышевыя или тростниковыя, гонтовыя, драничныя, дранковыя, досчатыя или тесовыя, толевыя, древесноцементныя, аспидныя, черепичныя, цементныя, цинковыя, желѣзныя и, если требуется верхнее освѣщеніе, стеклянныя.

Кровли настилаются или на обрѣшетку или на обшивку изъ досокъ.

Обрѣшетка долна быть всегда поддержана стропильными ногами, между тѣмъ какъ обшивка можетъ быть прикрѣплена также къ прогонамъ, расположеннымъ на извѣстномъ разстояніи другъ отъ друга, приблизительно въ 3′.

Рѣшетинамъ даютъ поперечное сѣченіе въ $1^{1/2}{}''/2^{1/2}{}''$ до $2''/3''$, между тѣмъ какъ толщина обшивочныхъ досокъ составляетъ отъ 1″ до $1^{1}/_{2}$″, а ширина ихъ отъ 6″ до 7″.

Размѣры и разстояніе рѣшетинъ другъ отъ друга зависятъ отъ разстоянія стропильныхъ ногъ

другъ отъ друга и отъ вѣса кровельнаго матеріала. При взаимномъ разстояніи стропильныхъ ногъ въ 7′, какъ оно употребляется во многихъ мѣстахъ Россіи, рѣшетины дѣлаются толщиною и шириною въ $2^1/_2$″. Онѣ состоятъ обыкновенно изъ пиленыхъ брусковъ, изъ досокъ, расколотыхъ пополамъ, или изъ $3^1/_2$-дюймовыхъ жердей, притесанныхъ съ двухъ сторонъ.

a. *Соломенныя кровли.* Такія кровли очень легко загораются и представляютъ постоянную опасность отъ пожара. Но, не смотря на это, онѣ часто встрѣчаются при сельскохозяйственныхъ строеніяхъ, такъ-какъ дурная теплопроводность соломы доставляетъ возможность сохранять на чердакѣ, покрытомъ такимъ матеріаломъ, довольно равномѣрную температуру, независимую до нѣкоторой степени отъ внѣшней температуры. Это оказывается во многихъ случаяхъ весьма желательнымъ, особенно тогда, когда чердакъ служитъ складомъ или амбаромъ для различныхъ сельскихъ продуктовъ.

Подъемъ крышъ, покрытыхъ соломою, дѣлается не меньше $^1/_2$ и не больше $^2/_3$ пролета. Разстояніе стропильныхъ ногъ другъ отъ друга составляетъ обыкновенно 5′—6′ и иногда даже 7′.

Лучшимъ кровельнымъ матеріаломъ считается длинная и прямая, не перебитая и не поломанная, — старнованная ржаная солома, для полученія которой волоть (колосья) ржи обмолачивается цѣпами. Пшеничную солому должно употреблять для покрытія крышъ только въ случаѣ нужды.

Обрѣшетка состоитъ изъ расколотыхъ жердей или изъ пиленыхъ брусковъ. Жерди имѣютъ длину отъ 24′ до 32′ и поперечникъ отъ 3″ до 4″ въ верхнемъ отрубѣ. Острыя кромки пиленыхъ брусковъ скашиваются, чтобы избѣгать разрѣзки ивовыхъ прутьевъ, которыми привязываются пучки соломы къ обрѣшеткѣ.

Разстояніе рѣшетинъ другъ отъ друга зависитъ отъ длины соломы, которая должна быть привязана къ обрѣшеткѣ три раза; обыкновенно оно составляетъ приблизительно 1′. Рѣшетины прибиваются къ стропильнымъ ногамъ въ концахъ желѣзными гвоздями, а въ серединѣ деревянными нагелями. Иногда прикрѣпленіе рѣшетинъ производится только привязываніемъ ивовыми прутьями. Рѣшетины укладываются такъ, чтобы тонкіе концы ихъ встрѣтились другъ съ другомъ.

Такимъ образомъ получается ровная поверхность кровли.

Нижняя рѣшетина располагается у самаго нижняго края ската крыши, а слѣдующая — на разстояніи въ 4″ отъ нея. Остальнымъ рѣшетинамъ даютъ разстояніе другъ отъ друга въ 1′.

Разстояніе обоихъ нижнихъ рядовъ обрѣшетки другъ отъ друга должно быть столь узко, чтобы возможно было прикрѣплять къ ней послѣдній рядъ пучковъ соломы, какъ можно ближе къ нижнему краю ската крыши. Для этой цѣли одна только нижняя рѣшетина не достаточна.

На сторонѣ крыши, обращенной къ вѣтру, верхняя рѣшетина находится у самаго конька, между тѣмъ какъ на другой сторонѣ верхняя рѣшетина прикрѣпляется на разстояніи въ 5″ отъ конька, чтобы возможно было, удобно подсовывать подъ нее концы пучковъ, выступающіе за конекъ (Таб. 112, черт. 1071 a).

Рѣшетины должны выступать за щипцовыя стѣны строенія на 14″ до 16″, чтобы защищать крайнія стропила отъ дѣйствія дождя.

Для предохраненія соломенной кровли отъ снятія вѣтромъ, къ выступающимъ рѣшетинамъ прикрѣпляются доски, толщиною въ 1″ до $1^1/_2$″, поставленныя на ребро.

Прикрѣпленіе досокъ производятъ, снабжая первую, а потомъ каждую четвертую рѣшетину, дырами, черезъ которыя просовываютъ деревянные нагели, къ которымъ прибиваются доски желѣзными гвоздями (Таб. 112, черт. 1071 b и 1072). Снизу выступающая часть скатовъ крыши подшивается досками, также для защиты кровли отъ дѣйствія вѣтра.

Покрытіе крыши начинаютъ съ нижняго края крыши, укладывая сперва отъ 6 до 7 маленькихъ туго связанныхъ пучковъ или сноиковъ соломы, толщина которыхъ равняется толщинѣ кровли; верхніе концы

соломы должны быть обращены внизъ. На нихъ разстилаютъ обыкновенно связанные пучки соломы слоями, каждый толщиною отъ 3" до 4".

Пучки или снопики связываются каждый на разстояніи 1/3 длины отъ комля вязками изъ соломы.

Доски у щипцовъ, поставленныя на ребро, надъ каждою изъ рѣшетинъ снабжаются дырами, черезъ которыя просовываются тонкія жерди длиною въ 4', прижимающія солому къ обрѣшеткѣ; къ послѣдней пучки привязываются, въ концахъ жерди и, кромѣ того, еще въ серединѣ ея, одинъ или два раза ивовыми прутьями, соломенными пеньковыми шнурками или желѣзною проволокою.

При продолженіи работы до конька пучки или снопики кладутъ другъ на друга такимъ образомъ, чтобы они покрывали жерди предыдущаго ряда приблизительно на 7". Привязываніе смежныхъ жердей производится въ перевязку. Жерди непремѣнно должны быть расположены прямо надъ рѣшетинами.

Соломенная кровля имѣетъ толщину въ 1' до 1' 3", смотря по наклону крыши, и должна выступать за нижніе концы стропильныхъ ногъ не менѣе чѣмъ на 6".

Особенное вниманіе слѣдуетъ обратить на устройство кровли у конька.

Простѣйшій способъ устройства кровли у конька заключается въ слѣдующемъ. Оба послѣднихъ ряда жердей, остающихся видными на каждой сторонѣ конька, привязываютъ на разстояніи въ 1' другъ отъ друга обыкновеннымъ образомъ ивовыми прутьями къ обрѣшеткѣ, при чемъ только при завязываніи узла берутъ столько соломы, чтобы прутья были защищены послѣднею отъ скораго гніенія.

Наиболѣе удобнымъ оказывается расположеніе коньковыхъ рѣшетинъ аааа по чертежу 1072 на таб. 112. Для этой цѣли вбиваютъ въ стропильныя ноги деревянные нагели длиною въ 1 1/2', выступающіе за кровлю и принимающіе рѣшетины, снабженныя въ надлежащихъ мѣстахъ дырами. Рѣшетины крѣпко прижимаются къ соломѣ, а нагели заклиниваются.

Укрѣпленіе коньковыхъ рѣшетинъ желѣзными гвоздями дороже, но за то надежнѣе.

Предыдущій способъ устройства конька имѣетъ тотъ недостатокъ, что подъ рѣшетинами наклопяется сырость, способствующая скорому гніенію кровельнаго матеріала. Этого неудобства можно избѣгать, пропуская коньковыя рѣшетины и располагая взамѣнъ ихъ двойныя жерди, изъ которыхъ верхнія остаются видными; въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эти жерди привязаны ивовыми прутьями, онѣ перекрещиваются тонкими пучками соломы, которые должны быть хорошо укрѣплены четырьмя ивовыми прутьями (Таб. 112, черт. 1073 и 1074).

Въ нѣкоторыхъ странахъ конекъ крыши съ соломенною кровлею покрывается черепицею.

При покрытіи крышъ соломенною кровлею безъ жердей, ржаная солома не туго связывается въ пучки толщиною въ 8" посредствомъ связокъ, также изъ соломы (Таб. 112, черт. 1075 A); потомъ каждый пучекъ раздѣляется руками пополамъ, и половины перекручиваютъ около вязки. Чертежъ 1075 B на таб. 112 представляетъ пару пучковъ, перекрученныхъ въ польоборота, а чертежъ 1075 C на таб. 112 въ цѣлый оборотъ, т.-е. совсѣмъ готовую пару пучковъ. Пучки прикрѣпляются къ обрѣшеткѣ. Первый рядъ пучковъ, у нижняго края скатовъ крыши, располагается комлями внизъ, а слѣдующіе до конька — комлями вверхъ (Таб. 112, черт. 1076 и 1077), при чемъ выступающіе концы соломы связываются.

Нижніе концы пучковъ каждаго ряда должны покрывать пучки ближайшаго къ нему нижняго ряда на двѣ трети, чтобы кровля составлялась изъ трехъ слоевъ.

При укладкѣ соломы должно тщательно разравнивать ее рукою, чтобы поверхность кровли была совершенно гладкая и ровная, безъ впадинъ и горбовъ.

Привязываніе пучковъ производится посредствомъ соломеннаго каната, при чемъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Берутъ отъ обоихъ пучковъ, соединенныхъ другъ

съ другомъ, какъ отъ комлей dd, такъ и отъ другого конца cc, столько соломы, сколько ея можно охватить рукою, и скручиваютъ изъ нея канатъ. Этотъ канатъ просовываютъ между обоими соединенными пучками и обвертываютъ его вокругъ рѣшетины такъ, чтобы конецъ его опять пришелся надъ поверхностью кровли. По укладкѣ двухъ послѣдующихъ пучковъ, такимъ же образомъ поступаютъ съ тѣмъ же самымъ соломеннымъ канатомъ (Таб. 112, черт. 1077), который всегда снова скручивается съ послѣдующими пучками до конца крыши.

б. *Глиносоломенныя кровли.* При кровляхъ такого рода солома пропитывается до употребленія въ дѣло глинянымъ растворомъ.

Пучки или снопики изъ соломы приготовляются точно такъ же, какъ это было показано на чертежахъ 1075 А—С на таб. 112. Потомъ вырывается близъ мѣста постройки яма, съ ровнымъ дномъ, шириною и длиною въ 5′ и глубиною въ 2½′. Въ этой ямѣ должны укладываться пучки соломы для пропитыванія глинянымъ растворомъ, который приготовляется въ ямѣ, вырытой недалеко отъ первой, или въ особомъ чанѣ, въ который кладутъ жирную глину безъ песку, въ видѣ тѣста или сметаны. Этого раствора наливается въ яму для пучковъ столько, чтобы дно было покрыто высотою въ 2″, и въ немъ укладывается первый рядъ пучковъ или снопиковъ, который заливается сверху глинянымъ растворомъ такъ, чтобы всѣ пучки были покрыты имъ, но не плавали въ немъ. Первый рядъ пучковъ совершенно уплотняютъ на днѣ ямы, притаптывая его ногами. На первый рядъ пучковъ накладываютъ второй, заливаемый также растворомъ и притаптываемый какъ первый. Такимъ же образомъ поступаютъ со всѣми послѣдующими рядами пучковъ или снопиковъ. Въ такомъ видѣ солома должна пролежать около сутокъ, при чемъ она должна предохраняться отъ сильнаго дождя, такъ-какъ глиняный растворъ отъ дождя разжижается и, вслѣдствіе этого, солома не будетъ имѣть клейкости и надлежащей прочности. Пучки соломы, вынутые изъ ямы, должны быть со всѣхъ сторонъ облѣплены глиною.

Производство работы при устройствѣ глиносоломенной кровли различается отъ устройства кровли изъ чистой соломы только тѣмъ, что пучки соломы промазываются по укладкѣ или заливаются глинянымъ растворомъ и прихлопываются слегка лопаткою.

Пучки послѣдняго ряда у конька крыши распускаются и перегибаются черезъ конекъ пополамъ на обѣ стороны, а потомъ солома разравнивается, смазывается глинянымъ растворомъ и ухлопывается лопаткою.

Если дымовыя трубы находятся въ серединѣ ската крышъ, то пучки соломы должны быть уложены такимъ образомъ, чтобы дождевая вода могла стекать мимо дымовой трубы и чтобы течи возлѣ послѣдней въ кровлѣ не открывались.

По просушкѣ на поверхности глиносоломенной кровли образуются трещины, которыя слѣдуетъ тщательно заливать глинянымъ растворомъ, при чемъ оказывается полезнымъ, дѣлать растворъ нѣсколько погуще и растирать его на кровлѣ щеткою.

Такая заливка повторяется черезъ каждые два или три года. Чтобы придать глиняному раствору бóльшую вязкость, прибавляютъ къ нему плеву, мякину, отруби, мелкую солому, сѣнную труху, кострику, мельничную пыль или небольшое количество извести.

Соломенноковровыя кровли. Подробное описаніе этихъ кровель можно найти въ брошюрѣ: „Наставленіе къ изготовленію соломенноковровыхъ несгораемыхъ крышъ по способу фермы Красноуфимскаго реальнаго училища". Пермь. 9-ое изданіе.

Для соломенноковровыхъ кровель сперва ткутъ соломенные ковры на особенно приспособленномъ для этого станка. Можно ткать ковры изъ соломы всякаго рода. Ширина ковра независима отъ длины соломы. Наиболѣе удобная ширина для соломенныхъ ковровъ можетъ быть признана: при кровлѣ крыши въ два слоя 2′ 11″ (1¼ арш.), при кровлѣ же въ три слоя 4′ 1″ (1 арш. 12 верш.). Толщина ковровъ можетъ быть постоянная отъ 1″ до 1¼″ (½

до $^3/_4$ вершка). Для сокращенія времени, ткутъ ковры по возможности большей длины.

Для того, чтобы получить несгораемую кровлю, соломенные ковры въ обыкновенномъ творилѣ пропитываются жирнымъ глинянымъ растворомъ, имѣющимъ густоту сметаны.

Яма для мочки ковровъ имѣетъ глубину и ширину отъ 2′ 4″ до 3′ 6″ (1 до $1^1/_2$ арш.), а длина ея берется отъ 11′ 8″ до 23′ 4″ (5 до 10 арш.).

Мочка производится слѣдующимъ образомъ. На дно ямы сперва наливаютъ полужидкій глиняный растворъ, слоемъ толщиною въ $3^1/_2$″, въ который погружаютъ въ развернутомъ видѣ первый слой ковра. Затѣмъ слой снова обливаютъ глинянымъ растворомъ и, переминаясь съ ноги на ногу, старательно утаптываютъ его въ глинѣ.

Напитавъ первый слой ковра, кладутъ второй, а если кусокъ ковра длиннѣе мочильной ямы, то его перегибаютъ въ концѣ ямы и растилаютъ обратнымъ ходомъ. По второму слою снова наливаютъ глину въ такомъ количествѣ, чтобы слой подъ ногами погружался въ нее, и снова утаптываютъ, т.-е. вытаптываютъ воздухъ. Такимъ образомъ продолжаютъ работу до наполненія ямы. Затѣмъ ковры нѣсколько нагружаются, чтобы они не всплывали, и оставляются мокнуть непремѣнно не долѣе ночи.

Для кровли, передъ вымочкою, ковры рѣжутъ на куски футовъ по 7′ до 9′ 4″ или 11′ 8″ (аршинъ по 3 — 4 или 5) длиною. Куски, отлично держащіеся на глинѣ, прямо прикладываютъ другъ къ другу, „въ стыкъ“, даже не связывая другъ съ другомъ, а только заботясь о томъ, чтобы куски смежныхъ рядовъ расположены были въ перевязку. При кройкѣ ковровъ перерѣзываютъ нити основы, выкидываютъ два или три пучка соломы, чтобы освободить концы нитей, и снова закрѣпляютъ, перевязывая каждую пару нитокъ узлами.

До употребленія въ дѣло, напитанные глиною ковры высушиваются. Для сушки ковры растилаютъ по землѣ на солнопекѣ и отъ времени до времени переворачиваютъ ихъ такъ, чтобы обѣ стороны равномѣрно высыхали. При вытаскиваніи изъ мочильной ямы и при разстилкѣ по землѣ, ковры скатываются въ трубки и такимъ образомъ перекатываются съ мѣста на мѣсто „котомъ“. Иначе, при волоченіи мокрыхъ тяжелыхъ ковровъ, у нихъ сильно вытягивается основа, увеличивается разстояніе между пучками соломеннаго утка, и коверъ, изъ хорошаго плотнаго, можетъ превратиться въ тонкій рѣдкій.

Соломенноковровую кровлю можно устраивать также изъ немоченныхъ въ глинѣ ковровъ, а лишь хорошо смазанныхъ и послойно склеенныхъ между собою глиною на самой крышѣ. Такая кровля требуетъ менѣе работы и обходится дешевле.

Настилка кровли изъ ковровъ, какъ пропитанныхъ, такъ и непропитанныхъ глиною, совсѣмъ одинакова.

Ковры настилаются по обрѣшеткѣ изъ обыкновенныхъ жердей, разстояніе которыхъ другъ отъ друга въ свѣту должно составлять 1′ 2″ ($^1/_2$ аршина).

Настилка ковровъ начинается снизу и по нижнему краю крыши кладется второй слой на первый такъ, чтобы они совпадали, образуя свѣсъ съ нижней рѣшетины не болѣе 2″ до $2^1/_2$″ ($1-1^1/_2$ вершка). Затѣмъ поднимается настилка съ каждымъ слѣдующимъ рядомъ на разстояніи двухъ смежныхъ рѣшетинъ другъ отъ друга, т.-е. на 1′ 2″, такъ-что требуется столько рядовъ ковровъ, сколько имѣется рѣшетинъ на крышѣ. Каждый рядъ ковровъ долженъ покрывать, смотря по ширинѣ ихъ, половину или двѣ трети смежнаго, ниже лежащаго ряда. Такимъ образомъ получается кровля въ два, относительно въ три слоя.

По настилкѣ каждаго ряда поверхность его смазывается глиною, слоемъ такой толщины, чтобы свободно тонулъ палецъ. Глина эта можетъ быть песчаная, даже лучше, если въ ней много песку. Чѣмъ гуще глина, тѣмъ прочнѣе будетъ крыша. Если тканье ковровъ не плотно, то къ

глинѣ примѣшиваютъ солому, употребляемую для смазки слоевъ.

Глина, находящаяся между слоями ковровъ, склеиваетъ ихъ такъ плотно, что при соломенноковровой кровлѣ необходимо прикрѣплять къ рѣшетинѣ гвоздями только нижній рядъ; всѣ остальные ряды держатся сами собою на глинѣ.

Разстояніе гвоздей другъ отъ друга составляетъ приблизительно 7″ (4 вершка). Гвозди имѣютъ большія шляпки и длину въ 2½″ (1½ вершка). За неимѣніемъ гвоздей, можно замѣнять ихъ бичевкою, которою пришиваются ковры обоихъ слоевъ перваго ряда къ рѣшетинѣ.

Иногда и ковры всѣхъ рядовъ прибиваются гвоздями къ рѣшетинамъ, или привязываютъ ихъ вицами или бичевками къ обрѣшеткѣ. По настилкѣ каждаго ряда, ковры прихлопываются лопатами, чтобы они плотно прилипали къ глинѣ.

Ряды ковровъ настилаютъ, пока они не сойдутся, на конькѣ крыши такъ, чтобы кромки ковра, лежащаго на одномъ скатѣ крыши, уперлись въ край ковра, лежащаго на другомъ скатѣ.

Покрытіе конька производятъ сырыми кусками ковра, перегибаемыми по ихъ ширинѣ, или же однимъ длиннымъ сырымъ кускомъ, который перегибаютъ пополамъ по длинѣ и потомъ пришиваютъ бичевкою, отступая приблизительно на 2½″ (1½ вершка) отъ сгиба. Вся кровля смазывается глинянымъ растворомъ.

в. *Камышевыя* или *тростниковыя кровли* устраиваются такимъ же образомъ, какъ и соломенныя кровли, безъ глины и съ глиною. Камышевыя кровли бываютъ гораздо прочнѣе соломенныхъ кровель. Тростникъ или камышъ, употребляемый для устройства кровель, не очищается отъ коры и долженъ быть совершенно зрѣлъ. Въ дѣло его должно употреблять не позже двухъ лѣтъ по добываніи. Разстояніе рѣшетинъ другъ отъ друга составляетъ, смотря по длинѣ камыша или тростника, отъ 12″ до 14″. У конька тростниковая кровля устраивается изъ соломы. Толщина кровли составляетъ приблизительно отъ 12″ до 13″.

г. *Гонтовыя кровли.* Гонтины или гонты представляютъ узкія и тонкія гладко остроганныя дощечки съ клиновиднымъ поперечнымъ сѣченіемъ, изъ еловаго и сосноваго дерева. Одинъ край гонта острагивается острымъ ребромъ, а другой шпунтомъ глубиною въ 1″ въ который плотно входитъ острое ребро смежнаго гонта на ¾″ (Таб. 112, черт. 1078).

Размѣры гонтовъ очень различны. Длинные гонты дѣлаются въ 5½′ длины, отъ 3″ до 5″ ширины и въ ½″ средней толщины; обыкновенные гонты имѣютъ длину отъ 2′ до 3′, ширину отъ 3″ до 5″ и среднюю толщину въ ½″, а маленькія—длину отъ 14″ до 15″, ширину отъ 3″ до 4″ и толщину въ ½″.

Подъемъ крышъ, покрытыхъ гонтомъ, долженъ составлять не менѣе ½ пролета, но при значительномъ перекроѣ смежныхъ рядовъ гонта встрѣчается также подъемъ въ ⅓ пролета.

Разстояніе стропильныхъ ногъ допускается отъ 5′ до 7′, при чемъ рѣшетины, къ которымъ прикрѣпляются гонты, должны имѣть размѣры отъ 2/2½″ до 2½/2½″.

Гонты располагаютъ на обрѣшеткѣ горизонтальными рядами такъ, чтобы острое ребро ихъ обращено было въ сторону вѣтра. Каждый рядъ долженъ покрывать послѣдующій, ниже лежащій не меньше чѣмъ на 4″, а если требуется плотная кровля, на ⅔ длины гонта. Гвозди всегда должны быть сверху покрыты гонтами. У нижняго края скатовъ крыши и у конька гонты обыкновенно располагаются двойнымъ рядомъ. Верхній рядъ, обращенный въ сторону вѣтра, выступаетъ за конекъ на 4″ (Таб. 112, черт. 1079).

Для того, чтобы предохранять нижніе ряды гонтовой кровли у свѣса крыши отъ снятія вѣтромъ, рекомендуется, располагать подъ ними досчатую обшивку (Таб. 112, черт. 1080). Иногда гонты всей крыши прикрѣпляются къ досчатой обшивкѣ.

При покрытіи выдающихся реберъ четырехскатныхъ крышъ, гонты на острой сторонѣ нѣсколько заостряются, при чемъ длинные гонты прибиваютъ къ рѣшетинамъ деревянными нагелями, а изъ остальныхъ

сортовъ — каждый гонтъ по крайней мѣрѣ двумя желѣзными, такъ-называемыми гонтовыми гвоздями, длиною въ 2½″, а толщиною приблизительно въ ⅛″.

Чтобы придать гонтовой кровлѣ бóльшую прочность, гонты пропитываются веществами, предохраняющими дерево отъ скораго гніенія.

Для такой же цѣли покрываютъ гонтовую кровлю вареною смолою и посыпаютъ зернистымъ пескомъ, повторяя эту операцію два раза.

Еще выгоднѣе оказывается, погружать гонты нѣкоторое время передъ употребленіемъ въ дѣло въ вареную смолу.

Не смотря на то, что гонтовая кровля можетъ считаться удобосгораемою, она очень часто встрѣчается при деревенскихъ и сельскохозяйственныхъ строеніяхъ.

Чтобы придать гонтовой кровлѣ нѣкоторую степень безопасности отъ наноснаго огня, гонты заранѣе пропитанные растворомъ изъ 3 частей квасцовъ и 1 части желѣзнаго купороса, окрашиваютъ, по прикрѣпленіи ихъ къ обрѣшеткѣ, разбавленнымъ желѣзнымъ купоросомъ, къ которому примѣшиваютъ бѣлую гончарную глину или растворимое стекло.

Хорошо устроенныя гонтовыя кровли обладаютъ относительно значительною долговѣчностью.

д. *Драничныя кровли.* Драницы представляютъ тонкія и узкія колотыя дощечки изъ сосноваго или еловаго дерева, длиною въ 7′, а шириною до 7″, и употребляются преимущественно для покрытія деревенскихъ и сельскохозяйственныхъ строеній. Драницы располагаются на обрѣшеткѣ горизонтальными рядами, сверху прижимаемыми рѣшетинами, которыя прикрѣпляются къ нижнимъ рѣшетинамъ деревянными нагелями или желѣзными гвоздями. При этомъ способѣ прикрѣпленія драницъ, кровля мало бываетъ долговѣчна, такъ-какъ вода, не имѣя возможности, свободно стекать съ крыши, застаивается и, вслѣдствіе этого, драницы скоро загниваютъ и быстро разрушаются. Поэтому драницы иногда прикрѣпляются къ обрѣшеткѣ на подобіе гонтовъ.

Подъемъ крыши, покрытой драницами, долженъ составлять не менѣе ½ пролета, а рѣшетины должны быть расположены на взаимномъ разстояніи въ 1′ 2″. Каждый рядъ драницъ покрывается послѣдующимъ верхнимъ на половину длины ихъ.

При деревянныхъ кровляхъ должно обратить особое вниманіе на устройство той части, которая находится около дымовыхъ трубъ. Лучшій способъ покрытія этой части состоитъ въ построеніи сѣдла, для чего располагаютъ отъ трубы къ ригелю, положенному между двумя смежными стропильными ногами, горизонтальный брусъ и устраиваютъ особенную небольшую двускатную крышу, пролетъ которой равняется ширинѣ трубъ, между тѣмъ какъ скаты ея имѣютъ треугольную форму.

е. *Дранковыя кровли.* Дранки колются изъ еловаго или осиноваго дерева; онѣ отличаются отъ драницъ тѣмъ, что бываютъ тонки и гладко острогованы и длиною всего въ 21″ (12 вершковъ). Подъемъ дранковой крыши долженъ быть не больше ⅓ до ½ пролета. Дранки прикрѣпляютъ къ обрѣшеткѣ изъ досокъ или горбылей толщиною въ 1½″, представляющей у нижняго края скатовъ крыши сплошную обшивку изъ досокъ, гладко острогованныхъ съ обѣихъ сторонъ, между тѣмъ какъ остальныя доски могутъ быть расположены въ разбѣжку.

Королевъ („Сельское строительное искусство") описываетъ устройство дранковой кровли слѣдующимъ образомъ.

Настилка дранковой кровли начинается снизу, и притомъ первый слой кладется изъ ⅓, второй изъ ½, третій изъ ⅔ и четвертый уже изъ цѣлыхъ дранокъ; всѣ эти послѣдовательные слои дранокъ располагаются такъ, чтобы ихъ нижніе края совпадали, выступая лишь на вершокъ ниже построенной досчатой настилки, чтобы каждая послѣдующая дранка подходила подъ предыдущую больше, чѣмъ на половину своей ширины, а продольныя соединенія дранокъ шли по слоямъ въ перебой. Съ шестого слоя начинаютъ настилку дранокъ уступами, ширина которыхъ, для прочно построенной кровли, должна быть 2 вершка

и никакъ не болѣе 2½ вершковъ; послѣднее допускается въ томъ случаѣ, когда дранка сравнительно бываетъ по-толще; если же ширина уступовъ болѣе 2 до 2½ вершковъ, то свободные концы дранокъ легко будутъ коробиться отъ вліянія дѣйствующихъ на нихъ перемѣнъ въ воздухѣ, затѣмъ приподниматься вѣтромъ, раскачиваться и наконецъ срываться съ кровли.

Чертежъ 1081 на таб. 112 представляетъ лицевой видъ, а чертежъ 1082 на таб. 112 разрѣзъ дранковой кровли. Каждая дранка, начиная съ самаго низа, прибивается однимъ тонкимъ дюймовымъ проволочнымъ гвоздемъ, а такъ-какъ, при выступѣ каждаго слоя изъ-подъ непосредственно на немъ лежащаго на 2 вершка, кровля вездѣ будетъ состоять изъ 6 слоевъ дранокъ (при длинѣ въ 12 вершковъ), то онѣ вездѣ будутъ прибиты къ палубѣ шестью гвоздиками и слѣдовательно вообще будутъ хорошо прикрѣплены къ обрѣшеткѣ. Подходя къ коню, кровлю оканчиваютъ ⅔, ½, ⅓ дранокъ, подобно тому, какъ начинали покрытіе.

Конь крыши покрывается обыкновенными охлупнями, а выходящіе углы и разжелобки во входящихъ углахъ покрываются клинчатою дранкою, подобно тому, какъ было сказано о покрытіи этихъ мѣстъ гонтомъ (Таб. 112, черт. 1081), такъ-что и въ дранковыхъ кровляхъ покрытіе выходящихъ угловъ и разжелобокъ будетъ имѣть видъ вѣера абв.

Дранковая кровля представляетъ довольно ровную поверхность, и вода на ея скатахъ не задерживается, а потому ея долговѣчность будетъ почти одинакова съ гонтовою. Покраска или покрытіе смолою съ насыпкою поверхъ смолы свѣтлымъ пескомъ значительно увеличиваетъ долговѣчность всѣхъ видовъ деревянныхъ кровель."

ж. *Досчатыя* или *тесовыя кровли.* Такія кровли устраиваются премущественно для временныхъ построекъ, а иногда также для покрытія деревенскихъ и сельскохозяйственныхъ. Доски изъ сосноваго дерева, употребляемыя въ дѣло, имѣютъ толщину въ 1″ и называются тесомъ. Онѣ должны быть гладки, прямы, безъ заболони и гнилыхъ пятенъ, и по возможности безъ сучьевъ.

Подъемъ крыши съ тесовою кровлею составляетъ въ ¼ до ⅓ пролета. Чтобы увеличить долговѣчность тесовыхъ кровель, рекомендуется окраска ихъ смолою или масляною краскою; сверхъ того, слѣдуетъ острагивать верхнюю поверхность досокъ и тѣ части нижней поверхности, гдѣ соприкасаются доски другъ съ другомъ. Такимъ образомъ способствуется стоку воды, и мѣста соединенія будутъ плотнѣе.

Доски настилаются параллельно или перпендикулярно къ стропильнымъ ногамъ. Въ первомъ случаѣ доски располагаются въ разбѣжку (Таб. 112, черт. 1083), или швы покрываются особенными брусками (Таб. 112, черт. 1084); во второмъ случаѣ каждая доска покрываетъ нижеслѣдующую на ⅓ и даже на ½ ширины ея (Таб. 112, черт. 1085), смотря по требуемой степени непроницаемости кровли. При временныхъ постройкахъ, перекрой смежныхъ досокъ составляетъ отъ 1″ до 2″. Разстояніе стропильныхъ ногъ другъ отъ друга дѣлается въ 5′. Если доски кровли идутъ параллельно къ стропильнымъ ногамъ, то можно пропускать послѣднія и укладывать доски непосредственно на прогонахъ, расположенныхъ на близкомъ разстояніи другъ отъ друга и поддержанныхъ стропильными фермами, т.-е. можно устраивать крышу съ прогонами въ тѣсномъ смыслѣ.

Если крыша устроена со стропильными ногами, то располагаютъ рѣшетины или доски на взаимномъ разстояніи отъ 3′ 8″ до 5′, къ которымъ прибиваются доски шляпными гвоздями. Иногда между досками оставляются швы толщиною въ ¼″, чтобы онѣ могли разбухать (Таб. 112, черт. 1084).

У конька доски, обращенныя въ сторону вѣтра, выступаютъ за него на 4″ (Таб. 113, черт 1086), или располагаются по коньку особенныя доски, плотно соединенныя между собою, по длинѣ ихъ, шпунтомъ и перомъ, въ наугольникъ (Таб. 113, черт. 1087.)

Чтобы отклонять стекающую съ крыши воду отъ мѣста соединенія досокъ, дѣлаютъ по обѣимъ сторонамъ его желобки, по которымъ направляется вода.

Доски берутъ обыкновенно длиною, равною ширинѣ ската крыши. По недостатку досокъ такой длины, въ верхней части ската дѣлается дополненіе, называемое шаромъ.

Иногда тесовая кровля устраивается въ два слоя. Тогда хорошо пристроганныя доски располагаются въ перевязку. Всѣ доски обоихъ слоевъ снабжаются выше упомянутыми желобками. Доски нижняго слоя прибиваются гвоздями длиною въ 3″, а доски верхняго слоя гвоздями длиною въ 4″.

з. *Толевыя кровли.* Подъемъ толевыхъ крышъ дѣлаютъ весьма различнымъ. Встрѣчаются крыши такого рода съ подъемомъ отъ $^1/_{20}$ — $^1/_3$ пролета. Во всякомъ случаѣ подъемъ толевой крыши долженъ быть не больше $^1/_3$ пролета ея, такъ-какъ при слишкомъ большомъ наклонѣ скатовъ крыши смолистая окраска, которою покрывается поверхность толевой кровли, смывается при стокѣ воды съ нея, а песокъ, которымъ посыпается кровля, слетаетъ съ крыши. Сверхъ того, смолистыя вещества, которыми пропитанъ толь, улетучиваются вслѣдствіе дѣйствія солнечныхъ лучей, которое при крутой крышѣ больше чѣмъ при плоской. При плоскихъ крышахъ, напротивъ того, слѣдуетъ опасаться, чтобы сильная буря не взгоняла дождевую воду вверхъ по крышѣ.

Стропильныя фермы для толевыхъ крышъ могутъ быть легко и просто устроены, такъ-какъ толь, въ сравненіи съ другими кровельными матеріалами, не только имѣетъ небольшой вѣсъ и кровля не повреждается сотрясеніями, но въ то же время сама досчатая обшивка, къ которой прикрѣпляется толь, значительно увеличиваетъ сопротивленіе крыши. Напротивъ того, надо заботиться о надежномъ соединеніи стропильныхъ ногъ съ потолочными балками или стѣнами, особенно при большомъ свѣсѣ крыши, такъ-какъ въ такомъ случаѣ буря легко приподнимаетъ скаты крыши. Чертежъ 1088 на таб. 113 показываетъ подобное соединеніе при постройкахъ съ фахверковыми стѣнами, а чертежъ 1089 на таб. 113 съ массивными стѣнами.

Толь настилается на обшивкѣ изъ досокъ, толщиною не меньше 1″, соединенныхъ между собою въ шпунтъ, вставными шипами или просто въ притыкъ, если разстояніе стропильныхъ ногъ другъ отъ друга небольшое. Прочнѣе всего оказываются толевыя крыши, если это разстояніе равняется ширинѣ толевыхъ полосъ, идущихъ отъ стрѣхи до стрѣхи крыши.

Доски должны быть равномѣрной толщины и ширины, не больше 8″, а стыки ихъ должны быть расположены въ перевязку. Поверхность обшивки не должна оказывать никакихъ неровностей.

Толь въ прежнее время изготовлялся въ видѣ досокъ, но въ настоящее время изготовляется почти исключительно кусками, длиною въ 22 аршина и шириною въ $1^1/_2$ аршина или длиною въ 27 аршинъ и шириною въ 1 аршинъ. Куски такихъ размѣровъ получаются въ торговлѣ въ видѣ свертковъ.

Различаютъ три способа покрытія крышъ толемъ: покрытіе безъ брусковъ, покрытіе съ брусками и покрытіе безъ брусковъ двуслойнымъ способомъ.

1) **Покрытіе безъ брусковъ.** При этомъ способѣ покрытія получается такъ называемая плоская толевая крыша. Толевыя полосы располагаются горизонтально, т.-е. параллельно къ коньку и нижнему краю крыши, такъ чтобы каждая ниже лежащая полоса покрывалась выше послѣдующею на 2″ до $2^1/_2$″. Оба края полосы склеиваются одинъ съ другимъ густо уваренною каменоугольною смолою и вмѣстѣ прибиваются къ обшивкѣ гвоздями съ широкими шляпками, покрытыми цинкомъ и вбиваемыми на разстояніи отъ 2″ до 4″ другъ отъ друга, не ниже чѣмъ на $^1/_2$″ отъ края толя. У нижняго края крыши толь загибается и приколачивается къ нижней поверхности обшивки.

Этотъ способъ примѣняется только для покрытія крышъ маловажныхъ строеній.

2) **Покрытіе съ брусками.** При покрытіи крышъ съ брусками, толевыя полосы разстилаются перпендикулярно къ коньку между брусками и прибиваются къ послѣднимъ, а не непосредственно къ обшивкѣ, чтобы доски послѣдней и толь, совершенно независимо другъ отъ друга, могли расши-

ряться и сжиматься. Иначе толь, при значительномъ измѣненіи температуры, легко разрывается.

Поперечному сѣченію брусковъ даютъ треугольную, трапецоидальную или полукруглую форму (Таб. 113, черт. 1090 a, b и c, 1091 a и b, 1092 a и b). Треугольная форма бываетъ наиболѣе употребительная. Треугольные бруски изготовляются изъ $1^1/_2$-дюймовыхъ досокъ по чертежу 1093 на таб. 113, и даютъ имъ ширину въ $2^1/_2''$, или они получаются распилкою 2-хъ-дюймовыхъ досокъ по чертежу 1094 на таб. 113. Треугольные бруски бываютъ ширины въ 3″. Разстояніе брусковъ другъ отъ друга принимается лучше всего такъ, чтобы края толевыхъ полосъ достали до верхняго ребра брусковъ. Бруски прибиваются къ обшивкѣ гвоздями, длиною отъ 3″ до $3^1/_2''$, вбиваемыми на разстояніи отъ 2′ до 3′ другъ отъ друга.

Непремѣнно слѣдуетъ заботиться о томъ, чтобы стыки брусковъ и швы обшивочныхъ досокъ, не соединенныхъ между собою въ шпунтъ, не совпадали, такъ-какъ при короблепіи досокъ концы брусковъ могутъ быть сдвинуты съ мѣста, и колпаки вслѣдствіе этого могутъ разорваться.

Полезно, уже при распредѣленіи стропильныхъ ногъ, обратить вниманіе на то, чтобы бруски приходились прямо на нихъ.

Смежныя толевыя полосы соединяются другъ съ другомъ такимъ образомъ, чтобы края обѣихъ полосъ совершенно покрывали брусокъ (Таб. 113, черт. 1090 c, 1901 a и 1095 b) и приколачивались вблизи нижнихъ кромокъ послѣдняго, или оба края достаютъ до самаго верхняго ребра бруска и покрываются такъ-называемыми колпаками, представляющими толевыя полосы шириною въ 4″ и доставляемыми уже готовыми съ фабрикъ. Въ случаѣ надобности онѣ нарѣзываются во время работы.

Приколачиваніе колпаковъ производится посредствомъ дюймовыхъ проволочныхъ гвоздей съ широкими шляпками, остающимися открытыми. Гвозди имѣютъ разстояніе другъ отъ друга въ 2″ и вбиваются обыкновенно по серединѣ граней брусковъ, а иногда также близко къ основанію послѣднихъ, чтобы колпаки не были слишкомъ подвижными. У нижняго края крыши конецъ колпаковъ разрѣзывается въ серединѣ, и обѣ такимъ образомъ полученныя части укладываются другъ на друга и прибиваются къ скошенному концу брусковъ.

Работу начинаютъ съ щипцоваго края ската крыши, раскатывая толь отъ конька до нижняго края крыши между брусками, крѣпко прижимая его молотовищемъ къ гранямъ послѣднихъ, чтобы онъ плотно улегся въ углахъ, образуемыхъ гранями брусковъ и верхнею поверхностью обшивки. Приколачиваніе начинаютъ у нижняго края ската крыши по чертежу 1095 на таб. 113 такимъ образомъ, чтобы шляпки гвоздей были скрыты и толь выступалъ за край на 2″, или по чертежу 1096 на таб. 113, вставляя еще особую толевую полосу.

Горизонтальные стыки полосъ толя производятся гладкимъ фальцемъ (Таб. 113, черт. 1097), при чемъ шляпки гвоздей скрыты, или края толевыхъ полосъ взаимно перекрываются на 3″ и соединяются просто приколачиваніемъ посредствомъ гвоздей съ открытыми шляпками, располагаемыхъ на разстояніи другъ отъ друга въ 2″. Конекъ образуется просто взаимнымъ перекрытіемъ толевыхъ полосъ или при помощи гладкаго фальца (Таб. 113, черт. 1098 a и b). У щипцовъ укрѣпленіе толевыхъ полосъ производится по чертежу 1099 на таб. 113. Для лучшей защиты толевой кровли отъ срыванія бурею, часть крыши у щипцовъ иногда покрывается одною или двумя половинчатыми толевыми полосами, расположенными одна возлѣ другой.

Разжелобки покрываются двойнымъ слоемъ толя, при чемъ нижній слой иногда замѣняется кровельнымъ войлокомъ, Къ нижнему слою приклеивается или приколачивается верхній слой. Въ разжелобкахъ сперва укладываютъ по длинѣ ихъ полосы изъ толя или войлока, соединяемыя съ правильно положенными толевыми полосами пересѣкающихся скатовъ крыши гладкимъ фальцемъ (Таб. 113, черт 1100 и 1101), а затѣмъ подсовываютъ подъ нихъ бруски, прибиваютъ ихъ къ обшивкѣ и къ нимъ прикрѣпляютъ толевыя полосы. Бруски должны быть отодвинуты другъ относительно друга, чтобы стекающая дождевая вода не застаивалась. Часто покрываютъ разжелобки листовымъ цинкомъ.

Дымовыя трубы, щипцовыя стѣны и вообще всѣ выступающія за поверхность крыши части снабжаются наклонными досками, по которымъ толевыя полосы должны загибаться кверху. Этотъ загибъ покрывается особою полосою изъ толя, входящею верхнимъ краемъ въ швъ кладки, и здѣсь укрѣпляется маленькимъ желѣзнымъ крючкомъ.

Шовъ заполняется цементнымъ растворомъ. Часто полоса изъ толя замѣняется листовымъ цинкомъ (таб. 113, черт. 1102 и 1103).

Колпаки, стыки и нижніе края кровли должны, при хорошо устроенныхъ толевыхъ кровляхъ, окрашиваться асфальтовою замазкою, т.-е. искусственнымъ асфальтомъ, представляющимъ смѣсь изъ каменоугольнаго вара и мѣлу съ примѣсью каменоугольной смолы.

По окончаніи покрытія крыши, производится при совершенно сухой погодѣ окраска, состоящая изъ горячей безводной каменоугольной смолы съ примѣсью искусственнаго асфальта и тотчасъ посыпаемая чистымъ остроугольнымъ пескомъ. Такая окраска повторяется тогда, когда первая окраска уже начинаетъ исчезать. Обыкновенно слѣдуетъ возобновлять окраску толевыхъ кровель первый разъ по прошествіи 3 до 4 лѣтъ, а потомъ уже въ промежуткахъ отъ 4 до 7 лѣтъ, смотря по надобности. Если окраска повторяется слишкомъ часто, то на кровлѣ образуется толстая и твердая корка, которая, при сильномъ пониженіи температуры, легко становится хрупкою и вслѣдствіе этого трескается.

Вообще слѣдуетъ имѣть въ виду, что окраска должна проникать въ толь, чтобы возобновить въ немъ улетучившіяся смолистыя составныя части.

3) **Двухслойный способъ покрытія крыши толемъ.** Недостатки однослойныхъ толевыхъ кровель устраняются наклейкою на первый слой изъ толя второго слоя изъ того же матеріала, изъ сѣрой кровельной бумаги или, еще лучше, изъ особо приготовленнаго для этой цѣли кровельнаго толя меньшаго вѣса, чѣмъ вѣсъ обыкновеннаго кровельнаго толя. Такимъ образомъ толь нижняго слоя предохраняется отъ дѣйствія перемѣнъ въ атмосферѣ, и, сверхъ того, скрываются шляпки гвоздей. Клей, употребляемый для склеиванія обоихъ слоевъ, представляетъ смѣсь изъ смолы и дегтя или изъ мягкаго каменоугольнаго асфальта и не высыхающихъ жировъ.

Покрытіе двухслойныхъ толевыхъ кровель производится различнымъ образомъ, но при всѣхъ способахъ настилаютъ нижнія толстыя полосы горизонтально отъ щипца до щипца, начиная у нижняго края крыши, такъ чтобы онѣ взаимно перекрывались на 2″ до 6″. Эти полосы приколачиваются верхнимъ краемъ къ обшивкѣ, при чемъ гвозди имѣютъ взаимное разстояніе въ $2^1/_2$″ и покрываются нижнимъ краемъ верхней смежной полосы, наклеиваемымъ извѣстнымъ клеемъ на верхній край ниже лежащей полосы. Первая полоса выступаетъ за нижній край ската крыши на $1^1/_2$″, для прикрѣпленія къ послѣднему.

Полосы толя и сѣрой кровельной бумаги, представляющія верхній слой кровли, располагаютъ также горизонтально, начиная у нижняго края крыши полосою, разрѣзанною пополамъ, чтобы швы обоихъ слоевъ были сдвинуты другъ относительно друга на половину ширины полосы.

Полосы верхняго слоя приколачиваются равнымъ образомъ, какъ и полосы нижняго слоя, у верхняго края ихъ, гвоздями со скрытыми шляпками.

По другому способу полосы верхняго слоя настилаются перпендикулярно къ полосамъ нижняго и просто наклеиваются на послѣднія безъ приколачиванія.

Для большей прочности и жесткости кровли, укрѣпляется въ нѣкоторыхъ странахъ, между обоими слоями и перпендикулярно къ толевымъ полосамъ, желѣзная проволока на разстояніи въ 6′ другъ отъ друга.

Готовая двухслойная толевая кровля снабжается такою же окраскою какъ и другія толевыя кровли, но она повторяется въ теченіе 10 лѣтъ приблизительно только 2 раза.

Нѣкоторые спеціалисты требуютъ черезъ годъ по окончаніи кровли второй окраски, а по прошествіи 7 лѣтъ — третьей. Для окраски 1 кв. саж. употребляютъ приблизительно 16 ℔. кровельнаго лака.

Превращеніе старыхъ однослойныхъ толевыхъ кровель въ двуслойныя часто рекомендуется и легко приводится въ исполненіе.

Если старая однослойная толевая кровля устроена была съ брусками, то послѣдніе должны устраняться, и происходящіе отъ этого швы покрываться наклеенными узкими толевыми полосами. Затѣмъ уже настилается верхній слой изъ сѣрой кровельной бумаги или толя по прежнему.

Рубероидный толь. Въ настоящее время взамѣнъ асфальтоваго толя рекомендуется для покрытія крышъ такъ называемый рубероидный толь. Рубероидный толь представляетъ кожеобразный, гибкій и сухой кровельный матеріалъ, который изготовляютъ въ Гамбургѣ изъ войлока, пропитаннаго рубероидной массой и окрашеннаго съ обѣихъ сторонъ такой же массой, точка плавленія которой лежитъ при 100° Ц. Составъ рубероида представляетъ тайну фабрики.

Рубероидъ состоитъ изъ битумиснозныхъ веществъ, которыя совершенно нерастворимы дождевой водой и хорошо сопротивляются провѣтриванію и дѣйствію кислотъ и теплоты. Рубероидъ представляетъ мягкую массу, такъ что въ предварительномъ размягченіи при употребленіи въ дѣло не нуждается. Возобновленіе окраски не требуется Крыша можетъ имѣть произвольный наклонъ.

и. *Древесноцементныя кровли.* Древесноцементныя кровли состоятъ изъ четырехъ слоевъ бумаги, наклеенныхъ другъ на друга посредствомъ смолистой массы, называемой древеснымъ цементомъ, и слоя песка и гравія, представляющаго верхнюю поверхность кровли. Такія кровли находятъ въ настоящее время все болѣе и болѣе примѣненіе для покрытія построекъ всякаго рода. Преимущества древесноцементныхъ кровель заключаются въ весьма значительномъ сопротивленіи ихъ дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ, въ возможности производить такія кровли какъ на каменной кладкѣ, такъ и на досчатой обшивкѣ, въ дурной теплопроводности ихъ, почему температура на чердакѣ будетъ до нѣкоторой степени независима отъ измѣненій внѣшней температуры, и, наконецъ, въ высокой степени безопасности отъ пожара. Напротивъ того, какъ недостатокъ древесноцементныхъ кровель можетъ быть разсматриваемъ ихъ большой собственный вѣсъ; но, въ виду очень малаго наклона крыши, допускающаго весьма простое устройство стропильныхъ фермъ, это обстоятельство играетъ неважную роль. Подъемъ крыши принимается обыкновенно отъ $1/20$ до $1/25$ пролета, но встрѣчаются также подъемы до $1/60$ пролета.

Стропильныя фермы должны быть очень крѣпкими, жесткими и неподвижными. Поверхность крыши образуется обшивкою изъ гладко остроганныхъ $1^1/_2$-дюймовыхъ досокъ, сплоченныхъ въ шпунтъ, и должна представлять совершенно гладкій и ровный видъ, безъ выступающихъ кромокъ досокъ, дыръ и пр. Шляпки гвоздей, которыми обшивка прибивается къ стропильнымъ ногамъ, нѣсколько углубляется. Стропильныя ноги размѣщаются на взаимномъ разстояніи отъ 2′ 9″ до 3′.

Древесный цементъ составляется изъ древесной смолы, каменноугольной смолы и сѣры, при чемъ содержаніе послѣдней въ смѣси должно быть не меньше 9 до 10%.

По Бэдекеру, употребительный составъ слѣдующій: 3 вѣсовыхъ части древесной смолы, $2{,}36$ вѣсов. части каменоугольной смолы и $0{,}61$ вѣс. ч. сѣры.

Нѣкоторыя фабриканты прибавляютъ къ этой смѣси еще около 3 фунтовъ парафина, который придаетъ массѣ эластичность и мягкость и облегчаетъ обработку ея.

Составныя части древеснаго цемента кипятятся отъ 10 до 12 часовъ въ котлѣ, пока смѣсь, послѣ остыванія, не представитъ совершенно однородной и плотной массы. При температурѣ отъ $+15^0$ до $+18^0$ масса не должна прилипать къ вдавленной въ нее ладони.

Покрытіе крыши начинается разравниваніемъ на обшивкѣ слоя просѣяннаго мелкозернистаго песка, толщиною въ $1/4$″, который долженъ выравнивать неровности обшивки и отдѣлять первый слой бумаги отъ послѣдней, чтобы онъ не могъ прилипать къ ней и чтобы кровельная оболочка сдѣлалась совершенно независимою отъ движеній обшивки.

Для производства покрытія крышъ древесноцементною кровлею, прежде всего, необходима хорошая, сухая и по возможности теплая погода. При сырой и холодной погодѣ, горячій древесный цементъ очень скоро застываетъ и не можетъ пропитывать бумажные слои насквозь. Вѣтеръ также препятствуетъ удобной укладкѣ бумажныхъ полосъ.

На выше упомянутый слой песка укладываютъ слой кровельной бумаги. Послѣдняя получается въ торговлѣ свертками отъ 4′ 8″ до 5, 3″ (2 до $2^1/_4$ аршина) ширины, а длина ея въ сверткахъ составляетъ отъ 198′ 4″ до 291′ 8″ (85 до 125 аршинъ). Свертки изготовляются также шириною въ $1{,}25$ m и длиною въ 60 m до 120 m. Бумага разрѣзывается въ куски, соразмѣрно ширинѣ скатовъ крыши, считая отъ одного нижняго края ея до другого.

Бумажныя полосы развертываютъ, начиная у одного щипца крыши, параллельно къ стропильнымъ ногамъ, отъ нижняго края одного ската за конекъ до нижняго края другого ската, такъ чтобы каждая послѣдующая полоса перекрывала предшествующую на 6″ (Таб. 113, черт. 1104 и 1105).

Полосы перваго слоя прибиваются къ нижнимъ краямъ крыши широкошляпными желѣзными, оцинкованными гвоздями, длиною въ 1″, расположенными на разстояніи въ 1′ другъ отъ друга. Это дѣлается, чтобы предохранить бумажныя полосы отъ снятія вѣтромъ во время работы. Эта цѣль достигается также нагрузкою бумажныхъ полосъ камнями.

Нижняя поверхность перваго слоя бумаги и шестидюймовый закрой не покрывается древеснымъ цементомъ.

По укладкѣ первыхъ двухъ полосъ перваго слоя, начинается укладка второго слоя. Первой полосѣ второго слоя даютъ ширину, приблизительно равную половинѣ ширины цѣлой полосы, чтобы стыки полосъ въ смежныхъ слояхъ расположены были въ правильную перевязку.

Непосредственно передъ укладкою первой полосы второго слоя первая полоса перваго слоя смазывается до надлежащей ширины, посредствомъ длинноволосой мягкой щетки, тонкимъ и равномѣрнымъ слоемъ нагрѣтаго древеснаго цемента, такъ чтобы масса проникала въ первый и второй слой бумаги и склеивала оба слоя одинъ съ другимъ.

По мѣрѣ нанесенія древеснаго цемента развертывается первая полоса второго слоя дальше до конька. Закрой полосъ второго, какъ и третьяго и четвертаго слоя, составляетъ только 4″. Такимъ образомъ продолжаютъ работу, приглаживая при этомъ рукою или мягкими щетками складки и пузыри, образовавшіеся въ бумагѣ.

Для того, чтобы рабочіе по возможности рѣже ходили по бумажнымъ полосамъ, кончаютъ только опредѣленную часть бумажной оболочки, а не весь первый слой по всему его протяженію, а потомъ часть второго и т. д.

По окончаніи настилки червертаго слоя бумаги, поверхность его еще разъ смазывается нагрѣтымъ древеснымъ цементомъ, слоемъ нѣсколько большей толщины, и немедленно посыпается мелко просѣяннымъ сухимъ пескомъ или золою, слоемъ толщиною отъ $^1/_4$″ до $^1/_2$″, и затѣмъ гравіемъ, слоемъ толщиною отъ 3″ до 4″, къ которому, въ верхней части слоя, примѣшивается приблизительно 10% глины или жидкаго известковаго раствора, чтобы онъ не смывался или не уносился бурею.

Для той же цѣли древесноцементныя кровли у береговъ моря, иногда также покрываются слоемъ дерна. Верхняя часть древесноцементной кровли состоитъ часто изъ слоя мелкаго песка, толщиною въ $^1/_4$″ до $^1/_2$″, потомъ изъ слоя крупнаго песка, толщиною въ $^3/_4$″, и наконецъ изъ слоя гравія или щебня, толщиною въ $1^1/_2$″. По выровненіи послѣдняго слоя, насыпь лучше всего укатывается каткомъ или убивается колотушками или трамбовками.

При покрытіи выходящихъ угловъ четырехскатныхъ крышъ и разжелобокъ крышъ сложнаго вида, каждый скатъ покрывается совершенно несависимо отъ смежныхъ, и концы полосъ, выступающіе за линію перелома, загибаются въ плоскость смежнаго ската, гдѣ они покрываются полосою послѣдующаго слоя или преклеиваются къ послѣднему слою.

Прикрѣпленію бумажной настилки къ нижнимъ краямъ скатовъ крыши производится слѣдующимъ образомъ. Располагаютъ первые три слоя буможной настилки такъ, чтобы они нѣсколько выступали за край крыши, а четвертый слой также нѣсколько за ниже лежащіе слои; потомъ всѣ выступающіе концы склеиваютъ древеснымъ цементомъ, перегибаютъ и прикрѣпляютъ ихъ къ обшивкѣ толевыми гвоздями, вбитыми на разстояніи 2″ другъ отъ друга.

Часто употребляются для прикрѣпленія бумажной настилки толевыя или, еще лучше, цинковыя полосы, шириною отъ 6″ до 7″, которыя вставляются между вторымъ и третьимъ слоями и прибиваются къ обшивкѣ, такъ-что третій и четвертый слои покрываютъ шляпы гвоздей. Свѣшивающійся

конецъ цинковой или толевой полосы загибается внизъ (Таб. 113, черт. 1106).

Для удерживанія песчанаго слоя на крышѣ, на нижнемъ краю ея располагаются осмоленные упорные бруски, высотою, равною толщинѣ песчаннаго слоя, и шириною въ 2". Эти бруски прибиваются къ досчатой обшивкѣ гвоздями или привинчиваются къ ней щурупами и снабжаются на разстояніи отъ 6" до 8" другъ отъ друга отверстіями для стока дождевой воды (Таб. 113, черт. 1106).

Такъ-какъ деревянные упорные бруски легко загниваютъ и поэтому не прочны и не долговѣчны, то въ настоящее время, при важныхъ постройкахъ, они часто замѣняются цинковыми гребнями, которые прикрѣпляются къ цинковымъ клямрамъ, припаиваемымъ къ цинковымъ полосамъ, шириною отъ 6" до 7".

Эти полосы выступаютъ за нижній край ската крыши на 2" и всовываются между вторымъ и третьимъ слоями бумажной настилки (Таб. 113, черт. 1107, 1108 и 1109)

Въ цинковыхъ гребняхъ должны находиться для стока воды отверстія, шириною въ $^1/_2$" и высотою въ $^3/_4$", которыя предохраняются отъ засоренія пескомъ крупными камнями, расположенными передъ ними. На чертежѣ 1107 на таб. 113 видно и устройство желоба.

Устройство древесноцементной кровли у щипцовыхъ концовъ крыши производится также посредствомъ цинковыхъ полосъ, расположенныхъ между вторымъ и третьимъ слоями и склеенныхъ съ ними только древеснымъ цементомъ, безъ прикрѣпленія къ достатой обшивкѣ. Чертежи 1110 и 1111 на таб. 114 показываютъ устройство этой части кровли.

Если древесноцементная кровля примыкаетъ къ брандмауэрамъ или вообще къ выступающимъ за поверхность крыши частямъ изъ каменной кладки, то часть цинковой полосы, загнутая вверхъ, удерживается вертикальною полкою цинковаго уголка, горизонтальная полка котораго укрѣплена въ швѣ кирпичной кладки цементнымъ растворомъ и желѣзнымъ крючкомъ (Таб. 114, черт. 1112).

У дымовыхъ трубъ бумажная настилка загибается вверхъ по наклоннымъ доскамъ или треугольнымъ брускамъ, а заднія части перекрываются подобно тому, какъ уже было показано въ предыдущемъ (Таб. 114, черт. 1113).

Если стропильныя ноги крыши, покрытой древесноцементною кровлею, внутри строенія подшиваются досками, то непремѣнно слѣдуетъ заботиться о доступѣ свѣжаго воздуха къ нимъ, располагая продушины (Таб. 114, черт. 1114); иначе ноги могутъ портиться вслѣдствіе сухой гнили.

Способъ устройства древесноцементныхъ кровель, отклоняющійся отъ вышепоказаннаго способа, заключается въ томъ, что нижній слой бумажной настилки замѣняется кровельнымъ толемъ, помощью котораго устраивается сперва обыкновенная толевая плоская кровля безъ брусковъ. Толевыя полосы приколачиваются къ обшивкѣ по всей своей длинѣ или только у нижняго края крыши и склеиваются въ закрой; затѣмъ приклеиваются въ послѣднемъ случаѣ три слоя бумаги, между тѣмъ какъ въ первомъ бумажная настилка состоитъ изъ четырехъ слоевъ, при чемъ нижній слой не приклеивается къ толю.

Оба способа покрытія оказались годными. Они доставляютъ ту выгоду, что толь представляетъ временную кровлю, защищающую внутренность строенія отъ прониканія дождя, если по дождливой погодѣ приходится отложить покрытіе крыши древесноцементною кровлею на другое время.

Древесноцементная кровля производится иногда на каменной подкладкѣ, устроенной различнымъ образомъ. Она можетъ состоять изъ балочнаго волнистаго желѣза, которое поддерживается желѣзными балками и волны котораго, высотою отъ $1^1/_2$ до $2^1/_4$" (4 до 6 cm.), заполнены известковымъ или лучше цементнымъ растворомъ, или она образуется плоскими сводами (изъ кирпича или бетона), упирающимися въ желѣзныя балки. Бетонный сводъ имѣетъ стрѣлку въ $3^1/_2$"

и пролетъ въ 4′ 3″, а въ замкѣ толщину въ $2^1/_2$″.

Подкладка можетъ представлять также плоскій потолокъ, устроенный по системѣ Монье.

i. *Аспидныя или шиферныя кровли.* Аспидныя или шиферныя кровли находятъ обширное примѣненіе въ странахъ, гдѣ добывается аспидъ, какъ напр. въ Германіи, Франціи, Англіи и т. д. Въ Россіи аспидъ встрѣчается рѣдко. Аспидъ употребляется на кровельныя работы въ видѣ тонкихъ плитокъ или дощечекъ правильной или неправильной формы и различной величины. Наилучшій кровельный аспидъ добывается въ Англіи дощечками правильной формы. Онъ идетъ въ дѣло безъ дальнѣйшей обработки, между тѣмъ какъ аспидъ плитками неправильнаго вида требуетъ притески на мѣстѣ работы.

Относительно качествъ кровельнаго аспида и условій, которымъ онъ долженъ удовлетворять, указываемъ на главу о строительныхъ матеріалахъ.

При покрытіи крышъ, аспидныя дощечки настилаются на обрѣшетку или на сплошную досчатую обшивку рядами, параллельными или наклонными къ нижнему краю ската крыши, при чемъ каждый рядъ болѣе или менѣе перекрываетъ нижеслѣдующій, смотря по степени требуемой плотности крыши.

Подъемъ крыши зависитъ отъ величины закроя дощечекъ. Чѣмъ больше закрой, тѣмъ меньше полагается подъемъ крыши. Подъемъ составляетъ обыкновенно отъ $^1/_3$ до $^1/_4$, иногда также, при кровляхъ изъ дощечекъ правильнаго вида и при перекрытіи въ $^2/_3$ ширины дощечекъ, даже въ $^1/_5$ пролета.

У аспидныхъ кровель значительныя преимущества, если онѣ плотно устроены. Но этого возможно достигнуть только весьма тщательнымъ производствомъ работы.

Очень важно, обратить вниманіе на то, чтобы всѣ доски обшивки или всѣ рѣшетины обрѣшетки, какъ и всѣ аспидныя дощечки, имѣли одинаковую толщину, — иначе нельзя удовлетворять главному условію, чтобы дощечки плотно прилегали другъ къ другу.

Доски обшивки должны быть не тоньше 1″ и не шире 8″ и должны прибиваться къ стропильнымъ ногамъ на разстояніи не менѣе $^3/_4$″ до 1″ отъ продольнаго шва квадратными трехдюймовыми гвоздями, при чемъ стыки досокъ должны быть расположены въ перевязку.

Покрытіе крышъ большими аспидными плитами можетъ производиться на обрѣшеткѣ или на сплошной обшивкѣ, а маленькими дощечками — только на обшивкѣ.

Аспидныя кровли на обрѣшеткѣ имѣютъ тотъ недостатокъ, что снѣгъ можетъ, черезъ неплотные швы дощечекъ, проникать въ чердачное помѣщеніе и что температура въ послѣднемъ тогда въ высокой степени зависитъ отъ внѣшней температуры, между тѣмъ какъ при сплошной обшивкѣ трудно замѣтить снутри неплотные швы и исправить ихъ; сверхъ того, дощечки могутъ повреждаться вслѣдствіе коробленія досокъ обшивки и при ходьба людей по крышѣ, и, наконецъ, доски легко загниваютъ вслѣдствіе сгущенія влажности воздуха на чердакѣ у нижней поверхности аспидныхъ дощечекъ.

Замѣтимъ, что аспидъ, какъ кровельный матеріалъ, имѣетъ тотъ недостатокъ, что онъ трескается отъ дѣйствія сильныхъ морозъ и сильнаго жара.

Каждая аспидная дощечка прикрѣпляется верхнимъ краемъ къ обшивкѣ или обрѣшеткѣ двумя гвоздями, длиною отъ $1^1/_2$″ до 2″, покрытыми цинкомъ или лучше мѣдью или свинцомъ. Еще лучше употреблять въ дѣло гвозди, изготовленные изъ мѣди или изъ смѣси мѣди съ цинкомъ или оловомъ. Гвозди одного ряда покрываются нижнимъ краемъ смежнаго верхняго ряда.

По другому способу прикрѣпленіе производится помощью проволочныхъ крючковъ изъ мѣди, которые при обрѣшеткѣ крыши навѣшиваются на рѣшетины, а къ обшивкѣ прибиваются загнутымъ и заостреннымъ концомъ.

Рекомендуется покрывать сперва досча-

тую обшивку толемъ, а затѣмъ аспидными дощечками.

Такимъ образомъ чердакъ предохраняется отъ проникания снѣга и дождя, а доски обшивки отъ смачинанія сгущеннаго водяного пара воздуха.

Различаютъ два способа устройства аспидныхъ кровель.

a. *Англійскій способъ устройства аспидныхъ кровель.* По этому способу дощечки укладываются или на обрѣшетку или на обшивку.

Двойная аспидная кровля по англійскому способу представлена на чертежѣ 1115 на таб. 114. При этой кровлѣ ряды аспидныхъ дощечекъ располагаются параллельно къ нижнему краю крыши, такъ чтобы они перекрывали верхній край второго нижеслѣдующаго ряда еще на 4″, между тѣмъ какъ приколачиваніе производится не у верхняго края, но въ серединѣ дощечекъ, такъ-что гвозди одновременно удерживаютъ верхній край ниже лежащей аспидной дощечки.

Рѣшетины располагаются на такомъ разстояніи другъ отъ друга, чтобы аспидныя дощечки были поддержаны три раза.

Простая аспидная кровля отличается отъ предыдущей тѣмъ, что каждый рядъ перекрываетъ нижеслѣдующій такъ, чтобы ряды вездѣ были двойными. Швы замазываются известковымъ растворомъ или замазкою.

Простая кровля примѣняется только для покрытія крутыхъ крышъ маловажныхъ строеній.

На чертежахъ 1116, 1117, 1118 и 1119 на таб. 114 показано прикрѣпленіе аспидныхъ дощечекъ крючками, о которомъ уже было сказано выше. При этомъ дощечки иногда укладываются наклонными рядами (Таб. 114, черт. 1116).

Аспиднымъ дощечкамъ часто даютъ особенную форму (Таб. 114, черт. 1119).

У нижняго края и у конька крыша всегда снабжается досчатою обшивкою, шириною въ 1′.

У конька аспидная кровля устраивается такъ, чтобы верхній рядъ аспидныхъ дощечекъ ската крыши, обращеннаго въ сторону вѣтра, выступалъ на 3″ за конекъ, при чемъ швовъ замазывается известковымъ растворомъ, смѣшаннымъ съ коровьею шерстью (Таб. 114, черт. 1120); но лучше покрывать конекъ помощью особеннаго патентованнаго коньковаго камня (Таб. 114, черт. 1121). Часто конекъ и ребра четырехскатныхъ крышъ покрываются листовымъ или литымъ цинкомъ, прибиваемымъ къ обшивкѣ гвоздями. Разжелобки также покрываются листовымъ цинкомъ.

b. *Германскій способъ устройства аспидныхъ кровель.* Аспидныя дощечки, употребляемыя для покрытія крышъ по германскому способу, бываютъ неправильнаго вида и различной величины. Поэтому онѣ сортируются передъ работою или во время работы, такъ-какъ каждый рядъ кровли долженъ содержать въ себѣ только дощечки равной высоты. По различной величинѣ дощечекъ отдѣльные ряды кровли имѣютъ неодинаковую высоту. Располагаютъ ихъ такъ, чтобы высота рядовъ къ коньку постепенно уменьшалась.

Дощечки прикрѣпляются къ сплошной обшивкѣ. Нижній рядъ состоитъ изъ наибольшихъ дощечекъ и укладывается горизонтально, т.-е. параллельно къ нижнему краю крыши. Остальнымъ рядамъ даютъ большій или меньшій наклонъ къ коньковой линіи, смотря по крутизнѣ крыши (Таб. 114, черт. 1122 и 1123). Чѣмъ круче крыша, тѣмъ меньше можетъ быть наклонъ рядовъ и наоборотъ. Ряды подымаются въ сторону вѣтра. Каждый рядъ перекрываетъ нижеслѣдующій на 3″ до 4″, т.-е. при крутыхъ крышахъ обыкновенно на $^1/_6$, а при плоскихъ $^1/_5$ высоты рядовъ.

Конекъ и выдающіяся ребра покрываются дощечками особой формы, а разжелобки листовымъ цинкомъ или также аспидными дощечками особой формы, прикрѣпляемыми къ деревянной доскѣ, перекрывающей разжелобку и прибитой къ обшивкѣ. Ширина этой доски увеличивается съ наклономъ пересѣкающихся скатовъ крыши.

к. *Черепичныя кровли.* Относительно качества, формы и измѣреній употребительныхъ сортовъ черепицъ, указываемъ на главу о строительныхъ матеріалахъ.

Черепичныя кровли, устроенныя изъ хорошаго матеріала, имѣютъ весьма значительную прочность и почти неограниченную долговѣчность. Даже при менѣе тщательномъ производствѣ работы и матеріалѣ средней доброкачественности, считается, что, не взирая на незначительныя поправки, перекрытіе черепичныхъ кровель бываетъ необходимо только черезъ каждые 50 или 60 лѣтъ, при чемъ обыкновенно можно еще употреблять въ дѣло большую часть стараго матеріала.

Поправки черепичныхъ кровель сначала причиняются главнымъ образомъ осадкою новыхъ строеній и высыханіемъ и коробленіемъ деревянныхъ частей крышъ, а потомъ еще вслѣдствіе сильныхъ бурь, морозовъ и пр. и ходьбы рабочихъ по крышѣ. Съ другой стороны, у такихъ кровель тотъ недостатокъ, что онѣ требуютъ значительнаго подъема крыши, отъ $^1/_3$ до $^1/_2$ пролета. Этотъ недостатокъ нѣсколько уменьшается, если употребляются въ дѣло такъ-называемыя фальцевыя или шпунтовыя черепицы, допускающія, по болѣе тѣсному и плотному своему взаимному соединенію, меньшій подъемъ крыши, въ $^1/_4$ до $^1/_6$ пролета.

Но фальцевыя черепицы могутъ изготовляться только изъ самаго отличнаго матеріала и, вслѣдствіе способа ихъ изготовленія, менѣе удачно сопротивляются дѣйствію сильныхъ морозовъ, чѣмъ остальные сорта.

По формѣ черепицъ различаютъ главнымъ образомъ кровли изъ плоскихъ или прямыхъ черепицъ, изъ желобчатыхъ черепицъ и изъ фальцевыхъ или шпунтовыхъ черепицъ.

1) **Кровля изъ плоскихъ или прямыхъ черепицъ.** Плоскія или прямыя черепицы представляютъ продолговатый прямоугольникъ, нижній край котораго часто закругляется или заостряется. Въ полѣднемъ случаѣ черепица носитъ званіе чешуйчатой. Плоскія черепицы изготовляются различныхъ размѣровъ. Такъ-называемая бургундская черепица бываетъ длиною въ 1′, а шириною въ 10″, или длиною въ $9^1/_2$″ и шириною въ 8″, а такъ-называмая нѣмецкая черепица имѣетъ обыкновенно длину въ 1′, ширину въ 6″ и толщину въ 7‴. Кромѣ того, весьма употребительны черепицы длиною въ 14″, шириною въ 6″ и толщиною въ $^1/_2$″.

Плоская черепица имѣетъ на нижней поверхности у самаго верхняго края ключъ или шипъ, которымъ она навѣшивается на обрѣшетку.

Для того, чтобы получить очень плотную и прочную кровлю, всѣ черепицы, всею внутреннею поверхностью, должны плотно прилегать къ своей подкладкѣ, чего достигнуть можно только тогда, когда идутъ въ дѣло совершенно ровныя черепицы и рѣшетины одинаковой толщины. Рѣшетины дѣлаются длиною отъ 20′ до 24′, съ поперечнымъ сѣченіемъ отъ $1^1/_2/2^1/_2$″ до $2/3^1/_4$″, смотря по взаимному разстоянію стропильныхъ ногъ, рѣшетинъ и вѣсу черепицъ, навѣшиваемыхъ на нихъ.

Верхняя рѣшетина имѣетъ разстояніе отъ конька не больше 2″, чтобы коньковыя черепицы по возможности болѣе могли покрывать верхніе ряды черепицъ.

Нижняя рѣшетина располагается такъ, чтобы нижній рядъ черепицъ выступалъ за карнизы еще на 6″. Разстояніе промежуточныхъ рѣшетинъ зависитъ отъ величины закроя и длины черепицъ.

Швы между черепицами задѣлываютъ, замазывая ихъ сверху и снизу известковымъ растворомъ, къ которому, для большей эластичности, примѣшивается телячій волосъ, или черепицы укладываютъ на известковомъ растворѣ, такъ, чтобы заусеночные и постельные швы, у которыхъ черепицы взаимно покрываются, вполнѣ находились въ немъ.

Смотря по тому, расположены ли черепицы одиночными или двойными рядами, различаются одиночная и двойная черепичная кровли.

a. Одиночныя черепичныя кровли. При одиночныхъ кровляхъ каждый рядъ черепицъ покрывается смежнымъ верхнимъ рядомъ на 4″ до 5″ (Таб. 114, черт. 1125), на половину длины черепицы (Таб. 114, черт. 1126) или приблизительно на $^2/_3$ длины ея (Таб. 114, черт. 1127), такъ-что въ послѣднемъ случаѣ получается кровля частью въ два, частью въ три слоя.

Въ первомъ случаѣ подъемъ крыши дѣлается не меньше $^1/_3$, но лучше въ $^1/_2$ пролета, и разстояніе стропильныхъ ногъ другъ отъ друга отъ $3^1/_2$′ до 4′, а въ послѣднемт случаѣ — подъемъ отъ $^1/_3$ до

$^1/_5$ пролета и разстоянiе стропильныхъ ногъ другъ отъ друга отъ 3′ до 4′.

Черепицы смежныхъ рядовъ настилаются въ перевязку (Таб. 114, черт. 1126) или со швами, проходящими отъ нижняго края крыши до конька ея (Таб. 114, черт. 1128). Кровли, устроенныя по послѣднему способу, бываютъ менѣе плотны.

Для большей плотности кровли кладутъ подъ швы лучины изъ дубоваго или сосноваго дерева, шириною въ 2″ и толщиною въ $^1/_8$″, между тѣмъ какъ длина ихъ зависитъ отъ длины черепицъ.

Чтобы предохранять деревянныя лучины отъ скораго гнiенiя, пропитываютъ ихъ однимъ изъ извѣстныхъ уже растворовъ. Эти лучины иногда замѣняются полосами изъ толя или листового цинка.

Иногда вмѣсто деревянныхъ лучинъ кладется подъ черепицы проходящая полоса изъ толя, длиною въ $3^1/_2$′ и шириною въ 1″, приколачиваемая верхнимъ краемъ къ обрѣшеткѣ.

У нижняго края скатовъ крыши и у конька укладка черепицъ производится у всѣхъ кровель изъ плоскихъ черепицъ двойнымъ рядомъ, при чемъ даютъ рѣшетинѣ, у нижняго края крыши, такую толщину, чтобы наклонъ нижняго ряда черепицъ равнялся наклону остальныхъ рядовъ.

Конекъ и выходящiе углы крыши покрываются коньковыми черепицами, длиною въ 14″ (Таб. 114, черт. 1124), заполняемыми известковымъ растворомъ и укладываемыми въ немъ; сверхъ того, коньковыя черепицы прибиваются гвоздями къ стропильнымъ ногамъ (Таб. 114, черт. 1129).

Разжелобки или впалые углы можно устраивать обратными коньковыми черепицами. Но этотъ способъ покрытiя не рекомендуется, такъ-какъ коньковыя черепицы, по ихъ круглой формѣ, не надежно держатся на крышѣ и, кромѣ того, ходьба по разжелобкѣ затрудняется.

Болѣе удобнымъ оказывается устройство разжелобокъ изъ деревянныхъ досокъ и листового цинка, какъ это показано на чертежахъ 1130, 1131 и 1132 на таб. 114.

За неимѣнiемъ листового цинка можно покрывать разжелобки также черепицами. Для этой цѣли крыша, въ мѣстѣ пересѣченiя скатовъ, снабжается корытообразною досчатою обшивкою, къ которой прибиваются слегка искривленныя рѣшетины (Таб. 114, черт. 1133). Затѣмъ производится покрытiе разжелобки обыкновеннымъ способомъ, при чемъ ряды черепицъ, настланныя на ней, должны быть покрываемы рядами черепицъ пересѣкающихся скатовъ крыши. Для большей плотности между рядами черепицъ можно укладывать толевыя полосы. Шовъ, находящiйся между покрытiемъ скатовъ и разжелобки, замазывается известковымъ растворомъ.

С л у х о в ы я о к н а въ скатахъ крыши устраиваются въ видѣ маленькой двускатной крыши (Таб. 114, черт. 1134) или въ видѣ отдноскатной крыши (Таб. 114, черт. 1135).

Работа начинается при двускатныхъ крышахъ одновременно на обоихъ скатахъ, чтобы избѣгать односторонней нагрузки стропильныхъ фермъ.

Укладка черепицъ на известковомъ растворѣ начинается съ середины нижняго края крыши и оканчивается, подымаясь до конька, у щипцовъ, такъ-что обтеска черепицъ необходима только въ этихъ мѣстахъ. Обтеску черепицъ можно ограничить, употребляя въ дѣло особо изготовленныя половинчатыя черепицы.

Черепичныя кровли должны устраиваться въ тѣ времена года, когда еще не приходится опасаться разрушительнаго дѣйствiя заморозковъ на известковый растворъ.

Лѣтомъ, при сильной жарѣ, черепицы должны быть смочены водою передъ настилкою, чтобы не всасывали въ себя воду известковаго раствора, необходимую для отвердѣванiя послѣдняго.

Чтобы придать черепицамъ бо́льшую непроницаемость для воды, погружаютъ ихъ въ кипящую каменоугольную смолу или покрываютъ ихъ глазурью.

Для освѣщенiя чердака часто располагаютъ въ надлежащихъ мѣстахъ стеклянныя черепицы одинаковой формы и величины съ глиняными черепицами.

Сопряженія черепичныхъ кровель съ дымовыми трубами и другими выступами, находящимися на крышѣ, покрываются листовымъ желѣзомъ или цинкомъ подобнымъ образомъ, какъ и при другихъ кровляхъ (Таб. 114, черт. 1136 и 1137), или устраваются особенные желоба на сторонѣ дымовой трубы, обращенной къ коньку (Таб. 114, черт. 1138 и 1139).

Одиночныя черепичныя кровли съ небольшимъ закроемъ въ 4″ до 5″ никогда не бываютъ совершенно плотны и поэтому примѣняются только для покрытія маловажныхъ строеній.

β. *Двойныя кирпичныя кровли.* При кровляхъ такого рода черепицы укладываются двойными рядами (Таб. 114, черт. 1140, 1141 и 1142). Подъемъ крыши дѣлается отъ $^1/_3$ до $^1/_5$ пролета, а разстояніе стропильныхъ ногъ другъ отъ друга отъ 3′ до 3′ 9″.

Двойная черепичная кровля грузна, но зато очень плотна и удобно можетъ исправляться; она требуетъ гораздо менѣе рѣшетинъ и гвоздей, чѣмъ одиночныя черепичныя кровли.

У рѣшетинъ поперечное сѣченіе въ 2/3 $^1/_4$″ и такое разстояніе другъ отъ друга, чтобы каждый двойной рядъ покрывалъ нижеслѣдующій на 4″.

Между рядами черепицъ, у верхняго конца ихъ, располагается полоса изъ известковаго раствора, которымъ заполняются заусеночные швы лишь на столько, на сколько они покрываются надъ ними лежащими черепицами.

2) **Кровли изъ желобчатыхъ черепицъ.** Желобчатая, такъ-называемая фламандская или голландская черепица, находитъ въ Россіи обширное примѣненіе для покрытія крышъ, не смотря на то, что кровли изъ нея бываютъ менѣе плотны, чѣмъ кровли изъ плоской черепицы.

Одинъ продольный край голландской желобчатой черепицы загнутъ вверхъ, а другой внизъ, такъ-что поперечное сѣченіе ея представляетъ видъ лежащей буквы S. У верхняго края нижней ея поверхности находится ключъ или шипъ, посредствомъ котораго она привѣшивается къ рѣшетинѣ. Голландская черепица изготовляется разныхъ размѣровъ, но чаще всего встрѣчаются черепицы длиною въ 14″ и 14$^1/_2$″ и шириною въ 9″.

Главное преимущество желобчатой кровли заключается въ томъ, что углубленія черепицъ образуютъ непрерывные желоба, идущіе отъ конька до нижняго края крыши и способствующіе стоку воды съ крыши. Вслѣдствіе этого, такія кровли хорошо сопротивляются дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ, между тѣмъ какъ кровли изъ плоской черепицы въ сѣверныхъ странахъ оказывались менѣе прочными. Подъемъ крыши дѣлается отъ $^1/_3$ до $^1/_2$ пролета.

Желобчатыя черепицы настилаются горизонтальными рядами на обрѣшетку, при чемъ каждый рядъ покрывается верхнимъ послѣдующимъ на 3″ до 4″, а разстояніе рѣшетинъ другъ отъ друга составляетъ приблизительно 11″ (Таб. 115, черт. 1143 и 1144). Желобчатыя черепицы укладываются на известковомъ растворѣ, къ которому примѣшивается телячій волосъ.

Всѣ швы замазываются снизу такимъ же растворомъ, а швы верхнихъ и нижнихъ рядовъ также сверху.

Нѣкоторое затрудненіе представляетъ покрытіе конька и выдающихся реберъ крыши. Оно лучше всего производится листовымъ цинкомъ, но часто также коньковыми черепицами извѣстной формы, укладываемыми на большомъ количествѣ известковаго раствора.

Для уплотненія швовъ употребляются иногда при сельскохозяйственныхъ строеніяхъ, взамѣнъ известковаго раствора, маленькіе пучки изъ соломы (Таб. 115, черт. 1145), но послѣдними значительно уменьшается безопасность кровли отъ наноснаго огня. Желобчатыя черепицы представляютъ то неудобство, что онѣ, по ихъ круглой формѣ, не имѣютъ плотной опоры, такъ-что онѣ, вслѣдствіе дѣйствія вѣтра, легко могутъ сдвинуться съ мѣста. Во избѣжаніе этого неудобства, подъ кровлею изъ желобчатыхъ черепицъ располагается иногда еще досчатая обшивка (Таб. 115, черт. 1146), къ которой прибиваются гвоздями рѣшетины, идущія отъ нижняго края крыши до конька и служащія для прикрѣпленія обрѣшетки.

На чертежахъ 1147 и 1148 на таб. 115 показаны черепицы, при помощи которыхъ устраиваются кровли, подобныя на кровли изъ желобчатой голландской черепицы. Закрой этихъ черепицъ также составляетъ отъ 3″ до 4″, чѣмъ обу-

словливается разстояніе рѣшетинъ другъ отъ друга. Черепицы также укладываются на известковомъ растворѣ. Конекъ и выдающіяся ребра крыши покрываются обыкновенно аспидными дощечками.

3) **Кровли изъ фальцевыхъ или шпунтовыхъ черепицъ.** Фальцевыя или шпунтовыя черепицы изготовляются многихъ видовъ, но всѣ имѣютъ на одномъ продольномъ краю шпунтъ, а на другомъ соотвѣтственное перо, въ которое входитъ, при настилкѣ на обрѣшеткѣ, шпунтъ прежде положенной черепицы. Нижній край загнутъ внизъ, а верхній край вверхъ, такъ-что послѣдній подходитъ подъ нижній конецъ черепицы, находящейся въ смежномъ верхнемъ ряду. Фальцевыя черепицы доставляютъ возможность, достигать плотной кровли, безъ употребленія въ дѣло известковаго раствора, такъ-что хорошо и тщательно устроенныя кровли изъ фальцевыхъ черепицъ и безъ подмазки не будутъ пропускать дождя или снѣга. Поэтому можно принимать подъемъ крыши отъ $^1/_6$ до $^1/_4$ пролета.

Другія преимущества этой же кровли слѣдующія: скорое производство покрытія, удобный стокъ воды, затѣмъ, при хорошемъ матеріалѣ, безопасность отъ прониканія воды въ чердачное помѣщеніе и значительное удобство при производствѣ поправокъ, такъ-какъ новая черепица легко можетъ подсовываться снутри чердачнаго помѣщенія.

Чертежи 1149 и 1150 на таб. 115 показываютъ видъ сверху и вертикальный разрѣзъ кровли изъ французскихъ фальцевыхъ черепицъ. Смежные ряды черепицъ расположены въ перевязку. На верхней поверхности французской фальцевой черепицы находятся возвышенія, служащія для отклоненія стекающей съ крыши воды отъ продольныхъ швовъ черепицъ ниже лежащаго ряда.

Для большей плотности поперечныхъ швовъ, въ настоящее время фальцевыя черепицы снабжаются, у нижняго края поверхности, выступающимъ ребромъ a, входящимъ въ соотвѣтственныя углубленія въ ниже лежащихъ черепицахъ (Таб. 115, черт. 1151).

Каждая фальцевая или шпунтовая черепица навѣшивается на рѣшетину двумя ключами. Настилка черепицъ производится справа налѣво, безъ известковаго раствора. У щипцовыхъ краевъ необходимы половинчатыя черепицы (Таб. 115, черт. 1152 и 1153). Конекъ и выдающіяся ребра крыши покрываются коньковою черепицею особенной формы, представленною на чертежѣ 1154 на таб. 115.

Въ настоящее время фальцевыя или шпунтовыя черепицы изготовляются съ двойнымъ продольнымъ и поперечнымъ шпунтомъ или съ двойнымъ продольнымъ и тройнымъ поперечнымъ шпунтомъ, какъ это показываютъ чертежи 1155—1160 на таб. 115 и 1161—1166 на таб. 116 для различныхъ сортовъ черепицъ. Въ предыдущихъ чертежахъ черепицы въ смежныхъ рядахъ настланы въ перевязку (Таб. 115, черт. 1156 и 1159) или со швами, проходящими отъ нижняго края крыши до конька. На чертежахъ 1167, 1168 и 1169 на таб. 116 представлены такъ-называемыя фальцевыя желобчатыя черепицы и способъ покрытія ими.

л. *Цементныя кровли.* Въ настоящее время крыши покрываются въ различныхъ странахъ Германіи и Франціи цементными плитками разныхъ видовъ (Таб. 116, черт. 1170, 1171 и 1172), отличающимися большою крѣпостью, безопасностью отъ пожара и значительнымъ сопротивленіемъ дѣйствію перемѣнъ въ атмосферѣ. Цементная кровельная плитка, представленная на чертежѣ 1172 на таб. 116, имѣетъ длину въ 471 mm, ширину въ 314 mm и толщину въ 13 mm.

Крышамъ, покрытымъ такими плитками, даютъ подъемъ въ $^1/_3$ пролета.

Другая форма кровельныхъ цементныхъ плитокъ представлена на чертежѣ 1173 на таб. 116. Изъ этого можно узнать и способъ настилки плитокъ.

Для покрытія конька выходящихъ и впалыхъ угловъ крыши необходимы камни особенной формы (Таб. 116, черт. 1174 и 1175).

Плитки, показанныя на чертежѣ 1173, бываютъ длиною въ 55 cm, среднею шириною въ 33 cm и толщиною въ 1,2 cm. Разстояніе рѣшетинъ другъ отъ друга составляетъ 45 cm.

Плитки пропитываются смолою или другими веществами, защищающими ихъ отъ прониканія воды. У щипцовыхъ краевъ необходимы плитки особой формы, подобно тому, какъ и при кровляхъ изъ фальцевыхъ черепицъ.

Въ настоящее время изготовляются цементныя плитки по образцу, показанному

на чертежахъ 1176 и 1177 на таб. 116 (видъ сверху и видъ снизу). Стороны упомянутой плитки имѣютъ длину въ 30 cm, а два противоположныхъ угла ея притуплены, такъ-что отъ этого происходятъ двѣ стороны меньшей длины въ 7,5 cm. Толщина плитки составляетъ 1,2 cm. Плитки перекрываются двумя краями на 5 cm и оказывались удобными для покрытія крышъ съ подъемомъ въ 1/10 пролета (Таб. 116, черт. 1178).

Металлическія кровли. Важнѣйшіе матеріалы для металлическихъ кровель представляютъ цинкъ и желѣзо. Кромѣ того, употребляются для этой цѣли свинецъ, мѣдь, а въ исключительныхъ случаяхъ и бронза.

Мы разсмотримъ только цинковыя и желѣзныя кровли.

Главное преимущество металлическихъ кровель, въ сравненіи съ другими кровлями изъ естественнаго и искуственнаго камня, заключается въ томъ, что можно ихъ устраивать съ небольшимъ количествомъ совершенно плотныхъ швовъ. Кромѣ того, металлическія кровли отличаются значительною безопасностью отъ пожара, рѣдко требуютъ поправокъ и доставляютъ возможность, давать крышѣ произвольный наклонъ, отъ самаго крутого до почти горизонтальнаго. Дальнѣйшія преимущества металлическихъ кровель представляютъ удобное расположеніе верхняго освѣщенія, удобное покрытіе конька, выходящихъ и впалыхъ угловъ и, наконецъ, небольшой собственный вѣсъ ихъ. Недостатки металлическихъ кровель слѣдующіе: онѣ обходятся относительно дорого, и устройство и поправки ихъ требуютъ особенно тщательной работы; сверхъ того, примѣненіе ихъ затрудняется во многихъ случаяхъ значительнымъ измѣненіемъ температуры воздуха въ чердачномъ помѣщеніи и необходимостью удалять воду, происходящую отъ сгущенія водяного пара воздуха.

м. *Цинковыя кровли.* Цинковыя кровли весьма распространены во Франціи, Германіи и Англіи, между тѣмъ какъ у насъ въ Россіи онѣ встрѣчаются относительно рѣдко. Это объясняется обстоятельствомъ, что въ Россіи стоимость цинка гораздо выше стоимости желѣза, что мало опытныхъ кровельщиковъ для покрытія кровель цинкомъ, а, кромѣ того, цинкъ во время пожаровъ легко плавится, чѣмъ весьма затрудняется тушеніе пожара.

Для покрытія фабричныхъ и заводскихъ зданій цинковыя кровли не выгодны, такъ-какъ сажа скоро разрушаетъ цинкъ.

Для устройства цинковыхъ кровель употребляется гладкій и волнистый листовой цинкъ, а иногда также плитки въ чешуйчатомъ видѣ.

Чтобы цинкъ не соприкасался съ желѣзомъ, для прикрѣпленія листового цинка къ дереву употребляются цинковые или желѣзные оцинкованные гвозди. Наиболѣе распространено покрытіе крышъ гладкимъ листовымъ цинкомъ, для котораго необходима досчатая обшивка изъ совершенно сухого, а еще лучше изъ вымоченнаго дерева, такъ чтобы въ немъ не остались органическія кислоты, которыя, при сыромъ состояніи дерева, имѣютъ разрушительное вліяніе на листовой цинкъ. По этой причинѣ слѣдуетъ всегда обращать вниманіе на то, чтобы доски обшивки настилались при сухой погодѣ. При соединеніи отдѣльныхъ листовъ другъ съ другомъ должно всегда имѣть въ виду, что расширеніе цинка отъ теплоты очень значительно, — вдвое больше расширенія желѣза.

а. *Кровли изъ гладкаго листового цинка.* У цинковыхъ листовъ, употребляемыхъ на кровли, различныя измѣренія. Въ Россіи употребляются обыкновенно листы длиною въ 6′, шириною отъ 2′ до 3′ и толщиною приблизительно въ 1½‴, или длиною въ 3 аршина и шириною 1½ аршина.

Въ Германіи цинковые листы для кровель имѣютъ размѣры 2m×0,65 m, 2m×0,80 m, 2m×1m и 2,5 ×1m, при чемъ толщина составляетъ для каждаго сорта 0,58, 0,66, или 0,74 миллиметра.

Наиболѣе употребительные способы покрытія гладкимъ листовымъ цинкомъ слѣдующіе: покрытіе съ фальцами и покрытіе съ брусками.

1) **Покрытіе со стоячимъ фальцемъ.** Покрытіе со стоячимъ фальцемъ (Таб. 116, черт. 1179 a и b) допускается лучше только для крышъ съ наклономъ не меньше 1 : 5, хотя встрѣчается и наклонъ до 1 : 7,5, и со скатами небольшой ширины,

такъ-какъ соединеніе верхняго листа съ нижнимъ производится только пайкою и по этой причинѣ значительная ширина скатовъ крыши представляетъ нѣкоторое неудобство, происходящее отъ расширенія кровли отъ теплоты. Листы располагаются длиною перпендикулярно къ коньковой линіи и соединяются продольными краями стоячимъ фальцемъ. Для этой цѣли продольные края листовъ загибаются вверхъ. Для прикрѣпленія листовъ къ обшивкѣ служатъ полоски изъ листового цинка большей толщины, такъ-называемыя клямры, ширина которыхъ составляетъ $1^{3}/_{4}''$ до $2^{1}/_{2}''$, а длина ихъ принимается такъ, чтобы возможно было, располагать два гвоздя или щурупа, сдвинутые одинъ относительно другого. Каждый листъ прикрѣпляется къ обшивкѣ 4-мя клямрами, при чемъ разстояніе ихъ другъ отъ друга должно быть не больше $1^{1}/_{2}'$. Вслѣдствіе производства фальцевъ, ширина каждаго листа уменьшается приблизительно на 2″, а длина его отъ горизонтальнаго покрытія верхняго края листа смежнымъ листомъ также на 2″.

При хрупкомъ листовомъ цинкѣ стоячій фальцъ замѣняется округленнымъ фальцемъ (Таб. 116, черт. 1180).

Покрытіе крыши при всѣхъ способахъ начинаютъ у нижняго края скатовъ ея, располагая у него полосу изъ листового цинка такимъ образомъ, чтобы возможно было скрѣплять съ нею кровельный листъ простымъ фальцемъ, представляющимъ одновременно отливъ (Таб. 116, черт. 1181). Нижній край крыши устраивается также по чертежу 1182 на таб. 116.

Если слѣдуетъ устраивать желобъ, то прежде всего прикрѣпляютъ къ обшивкѣ у нижняго края ея клямры, служащія для навѣшиванія желобовъ и одновременно для прикрѣпленія нижнихъ кровельныхъ листовъ (Таб. 116, черт. 1183 и 1184).

При крышахъ со свѣсомъ и свободно стоящихъ щипцахъ цинковая кровля закрѣпляется по способамъ, показаннымъ на чертежахъ 1185, 1186, 1187 на таб. 116 и 1188 на таб. 117, при чемъ прибитіе листового цинка гвоздями снизу (Таб. 116, черт. 1186 и 1187) производится съ продолговатыми отверстіями.

Покрытіе сопряженій цинковой кровли съ дымовыми трубами и другими выступами, находящимися на крышѣ, дѣлается по чертежамъ 1189 и 1190 на таб. 117.

2) **Покрытіе съ брусками.** Этотъ способъ покрытія листовымъ цинкомъ считается однимъ изъ наилучшихъ. Подъемъ крыши принимается, лучше всего, отъ $^{1}/_{6}$ до $^{1}/_{8}$ пролета; но встрѣчается также подъемъ въ $^{1}/_{15}$ пролета. Швамъ между досками обшивки даютъ ширину въ $^{1}/_{4}''$. Къ обшивкѣ прибиваются гвоздями или лучше привинчиваются щурупами, перпендикулярно къ коньковой линіи, бруски шириною въ $2^{1}/_{2}''$ и толщиною въ $1^{1}/_{2}''$, разстояніе которыхъ другъ отъ друга зависитъ отъ ширины цинковыхъ листовъ, располагаемыхъ длиною по наклону скатовъ крыши. Бруски имѣютъ прямоугольное или трапецоидальное поперечное сѣченіе.

Кровельные листы снабжаются у верхняго и нижняго краевъ фальцемъ, шириною отъ $1^{1}/_{2}''$ до 3″, а боковые края загибаются вверхъ на 1″ до $1^{1}/_{2}$ (Таб. 117, черт. 1191, 1192 и 1193). За вычетомъ загнутыхъ боковыхъ краевъ съ ширины листовъ получается разстояніе брусковъ другъ отъ друга.

Передъ прибитіемъ брусковъ къ обшивкѣ, прикрѣпляются извѣстнымъ образомъ къ нижнему краю крыши полосы изъ листового цинка, служащія для закрѣпленія нижнихъ кровельныхъ листовъ, и передніе торцы брусковъ покрываются листовымъ цинкомъ, въ видѣ футляра.

Клямры прикрѣпляютъ къ обшивкѣ подъ брусками (Таб. 117, черт. 1191 и 1192) или возлѣ нихъ (Таб. 117, черт. 1193), начиная на разстояніи въ 2″ отъ нижняго края крыши. На длину каждаго листа полагаются 4 клямры, такъ-что разстояніе ихъ другъ отъ друга составляетъ приблизительно $1^{1}/_{2}'$.

Прикрѣпленіе листовъ къ обшивкѣ и сопряженіе ихъ другъ съ другомъ производится тремя клямрами (Таб. 117, черт. 1194), расположенными у верхняго края каждаго листа.

Средняя клямра a припаивается къ нижней поверхности листа, между тѣмъ какъ остальныя двѣ клямры входятъ въ верхній фальцъ. Всѣ клямры прибиваются гвоздями къ обшивкѣ.

По прикрѣпленіи кровельныхъ листовъ къ обшивкѣ, клямры c загибаются внизъ, а края колпака f, изъ листового цинка, покрывающаго брусокъ, вдвигаются снизу (Таб. 117, черт. 1192).

Колпакъ состоитъ изъ нѣсколькихъ частей, изъ которыхъ каждая верхнимъ краемъ прибивается

гвоздемъ къ бруску, а каждая нижняя часть колпака покрывается верхнею на 4″ до 5″.

Конекъ двускатныхъ крышъ покрывается при помощи особаго коньковаго бруска. Въ мѣстѣ перекрещенія послѣдняго съ брусками, расположенными на скатахъ крыши, необходимы перекрестные колпаки, спаянные изъ листового цинка (Таб. 117, черт. 1195).

Какъ улучшеніе выше описаннаго способа покрытія крышъ листовымъ цинкомъ можетъ быть разсматриваемо, если клямры b также припаиваются къ нижней поверхности кровельныхъ листовъ, какъ клямра a, при чемъ отверстіямъ для гвоздей, служащихъ для прибитія ихъ къ обшивкѣ, должны придавать продолговатую форму, для свободнаго движенія листовъ. Такимъ образомъ получаются болѣе плотные швы.

Для покрытія коньковъ и выдающихся реберъ крышъ употребляются, при всѣхъ способахъ покрытія съ брусками, также бруски той же самой формы, какъ уже было указано выше. Иногда коньковые бруски дѣлаются на $^1/_2$″ выше остальныхъ брусковъ, находящихся на скатахъ крыши, такъ чтобы коньковые колпаки могли проходить по всей длинѣ крыши безъ прекращенія. Но, не смотря на это, трудно будетъ избѣгать такимъ образомъ выше упомянутыхъ неудобныхъ перекрестныхъ колпаковъ.

Разжелобки углубляются на $^1/_4$″ въ скатахъ крыши, для чего приходится особо приготовлять обшивку или выстрогать ее въ надлежащемъ мѣстѣ. Кромѣ только-что описанныхъ способовъ покрытія крышъ гладкимъ листовымъ цинкомъ встрѣчаются еще другіе, о которыхъ не будемъ говорить, такъ-какъ они менѣе употребительны и нѣкоторые изъ нихъ примѣняются только въ исключительныхъ случаяхъ. Къ послѣднимъ принадлежитъ способъ покрытія особо приготовленными плитками.

β. *Кровли изъ волнистаго листового цинка.* Кровли изъ волнистаго листового цинка представляютъ въ сравненіи съ кровлями изъ гладкаго листового цинка слѣдующія преимущества: прочность ихъ больше, вода скорѣе стекаетъ съ нихъ и измѣненія величины листовъ отъ перемѣнъ температуры легко выравниваются, почему послѣднія имѣютъ менѣе вредное вліяніе на прочность сопряженій листовъ.

Кровли изъ волнистаго листового цинка не нуждаются во всякомъ случаѣ въ сплошной досчатой обшивкѣ, и можно устраивать ихъ также на прогонахъ или обрѣшеткѣ. Разстояніе прогоновъ и рѣшетинъ другъ отъ друга принимается до 3′, смотря по толщинѣ листовъ. Подъемъ крыши, покрытой волнистымъ листовымъ цинкомъ, можетъ быть меньше подъема крыши, покрытіе которой состоитъ изъ гладкаго листового цинка, и приспособленія для уплотненія швовъ при этой кровлѣ менѣе сложны, чѣмъ при другихъ.

Листы волнистаго цинка прокатываются очень различныхъ размѣровъ.

Способъ покрытія волнистымъ листовымъ цинкомъ существенно обусловливается требуемымъ скорымъ стокомъ воды съ кровли. Уже при небольшихъ наклонахъ скатовъ крышъ сопряженія листовъ другъ съ другомъ излишни при помощи запаиванія и сложныхъ фальцевъ. Боковое сопряженіе листовъ производятъ только такимъ образомъ, чтобы каждый листъ перекрывался смежнымъ на половину ширины волны (Таб. 117, черт. 1196). Только въ исключительныхъ случаяхъ, напр. при весьма маломъ наклонѣ крыши или если послѣдняя въ высокой степени подвержена дѣйствію вѣтра, верхнее и нижнее сопряженія листовъ производятся запайкою и боковыми фальцами (Таб. 117, черт. 1197). Прикрѣпленіе листовъ къ прогонамъ или рѣшетинамъ дѣлается при помощи крючкообразныхъ желѣзныхъ полосъ, прибиваемыхъ къ первымъ гвоздями или привинчиваемыхъ къ нимъ щурупами, и при помощи искривленныхъ полосокъ (Таб. 117, черт. 1202), припаиваемыхъ къ нижней поверхности листовъ и образующихъ такимъ образомъ проушины (Таб. 117, черт. 1198).

Каждый листъ прикрѣпляется къ прогонамъ тремя крючкообразными полосками, изъ которыхъ двѣ расположены вблизи швовъ, а третья въ серединѣ листа. Чертежъ 1199 на таб. 117 показываетъ прикрѣпленіе листовъ къ желѣзнымъ прогонамъ. Чертежи 1200 и 1202 на таб. 117 показываютъ крючокъ и полоску, употреб-

ляемые для прикрѣпленія листовъ къ деревяннымъ прогонамъ, а на чертежѣ 1201 на таб. 117 представленъ крючекъ для прикрѣпленія листовъ къ желѣзнымъ прогонамъ.

Для того, чтобы вода не капала съ нижней поверхности кровли крючки припаиваются къ нижней поверхности гребня волны, а не къ впадинѣ ея, при чемъ крючкамъ даютъ форму, показанную на чертежѣ 1203 на таб. 117, или при толстыхъ листахъ форму по чертежу 1204 на таб. 117.

При деревянныхъ прогонахъ рекомендуется, производить прикрѣпленіе краевъ листовъ волнистаго цинка къ прогонамъ по чертежу 1205 на таб. 117 и давать крючкамъ форму по чертежу 1206 на таб. 117, между тѣмъ какъ при промежуточныхъ опорахъ кровельныхъ листовъ употребляются обыкновенные крючки по чертежу 1200 на таб. 117.

Шовъ у конька уплотняется при помощи полосъ изъ гладкаго листового цинка, припаиваемыхъ къ концамъ кровельныхъ листовъ (Таб. 117, черт. 1207), или еще лучше посредствомъ прессованныхъ коньковыхъ колпаковъ изъ цинка (Таб. 117, черт. 1208) или свинца (Таб. 117, черт. 1209). Сверхъ того, существуютъ еще другіе способы покрытія конька прессованными листами особой формы.

Выпуклыя ребра крыши покрываются подобнымъ образомъ, какъ и конекъ ея.

Разжелобки или впалые углы, при кровляхъ изъ волнистаго цинка, можно устраивать надежно и удобно лишь тогда, когда діагональная стропильная нога, находящаяся подъ разжелобкою, имѣетъ желобчатую форму.

н. *Желѣзныя кровли.* Желѣзныя кровли устраиваются изъ **обыкновеннаго кровельнаго чернаго, бѣлаго и оцинкованнаго гладкаго листового желѣза и изъ оцинкованнаго волнистаго желѣза.**

Въ Россіи кровли изъ **обыкновеннаго черного листового желѣза** еще часто встрѣчаются, между тѣмъ какъ за границею онѣ устраиваются развѣ еще въ исключительныхъ случаяхъ, такъ-какъ чистое листовое желѣзо весьма подвергается разрушительному дѣйствію ржавчины.

Этотъ недостатокъ гладкаго листового желѣза оцинкованіемъ его почти совершенно устраняется, но зато обработка оцинкованнаго листового желѣза очень затрудняется, почему этотъ матеріалъ за границею все болѣе и болѣе выходитъ изъ употребленія и замѣняется оцинкованнымъ волнистымъ желѣзомъ. Послѣднее оказывается особенно выгоднымъ для покрытія простыхъ двускатныхъ крышъ, такъ-какъ покрытіе конька, выпуклыхъ реберъ и особенно разжелобокъ представляетъ значительное затрудненіе.

Бѣлое или луженое желѣзо или **жесть** представляетъ обыкновенное листовое желѣзо, покрытое слоемъ олова, для предохраненія поверхности его отъ окисленія на воздухѣ. Бѣлое листовое желѣзо въ настоящее время очень рѣдко употребляется на покрытіе крышъ обыкновенныхъ строеній, но, по его блестящей поверхности, оно находитъ примѣненіе для кровель куполовъ.

а. *Кровли изъ обыкновеннаго черннаго листового желѣза.* Сибирскіе заводы доставляютъ наилучшіе сорта чернаго листоваго желѣза. Листы, употребляемые на кровельныя работы, бываютъ обыкновенно длиною въ 2 и шириною въ 1 аршинъ, а вѣсомъ отъ 11 до 13½ фунтовъ, но получаются также листы въ квадратный аршинъ. Передъ употребленіемъ въ дѣло, листы покрываются съ обѣихъ сторонъ олифою и сопрягаются между собою **гладкимъ** (Таб. 117, черт. 1210) и **стоячимъ фальцемъ** (Таб. 117, черт. 1211).

Кровельные листы настилаются на досчатую обшивку, при чемъ между отдѣльными досками ея остается шовъ въ 1/9″ и болѣе, или, при болѣе толстомъ листовомъ желѣзѣ, на рѣшетины квадратнаго поперечнаго сѣченія, толщиною въ 2½″, расположенныя на взаимномъ разстояніи приблизительно въ 7″, или, наконецъ, на доски шириною отъ 4″ до 6″, разстояніе которыхъ другъ отъ друга можетъ составлять 6″. Доски

могутъ быть получистыя и неостроганныя. Если кровельные листы прикрѣпляются къ обрѣшеткѣ, то, не смотря на это, доски располагаются по крайней мѣрѣ по нижнимъ краямъ крыши, по коньку и выходящимъ угламъ по одному ряду на каждой сторонѣ и по нѣсколько рядовъ по обѣимъ сторонамъ разжелобокъ.

Прикрѣпленіе листовъ къ рѣшетинамъ производится посредствомъ клямръ, прибитыхъ гвоздями къ рѣшетинамъ сбоку (Таб. 117, черт. 1212), или сверху, какъ и при досчатой обшивкѣ (Таб. 117, черт. 1211).

У нижнихъ и щипцовыхъ краевъ скатовъ крыши кровельные листы можно прикрѣплять при помощи особенныхъ полосъ изъ листового желѣза, ширина которыхъ составляетъ четверть цѣлаго листа, т.-е. 7″, и которыя выступаютъ за край обшивки на 1″. Около этого выступа загибается нижній край нижнихъ кровельныхъ листовъ простымъ фальцемъ. Иногда полосы листового желѣза замѣняются костылями а (Таб. 121, черт. 1307) изъ узкаго и тонкаго полосового желѣза, прибитыми гвоздями къ досчатой обшивкѣ подъ каждымъ швомъ листовъ. Листы загибаются около костылей.

Около всѣхъ выступающихъ изъ-за поверхности крыши частей, какъ-то: дымовыхъ трубъ, брандмауэровъ, щипцовыхъ стѣнъ и т. д., кровельные листы загибаются вверхъ на 5″, а загнутые края листовъ покрываются выступомъ кирпичной кладки.

Разжелобки устраиваются изъ листовъ на досчатой обшивкѣ, соединяемыхъ между собою плоскимъ фальцемъ и подсовываемыхъ краями подъ обыкновенные кровельные листы.

Для предохраненія желѣзныхъ кровель отъ ржавчины, онѣ окрашиваются масляною краскою.

Обыкновенно окраска производится по огрунтовкѣ два раза съ наружной поверхности и повторяется черезъ каждые три года.

β. *Кровли изъ бѣлаго луженаго желѣза или жести.* Такія кровли устраиваются точно такъ же, какъ кровли изъ обыкновеннаго чернаго желѣза, но, въ силу многочисленныхъ недостатковъ матеріала, въ настоящее время рѣдко находятъ примѣненіе въ строительномъ дѣлѣ.

γ. *Кровли изъ оцинкованнаго гладкаго листового желѣза* устраиваются такъ же, какъ кровли изъ чернаго желѣза, при чемъ всѣ части, служащія для ихъ устройства, также должны быть оцинкованы.

δ. *Кровли изъ оцинкованнаго волнистаго желѣза.* Кровли изъ оцинкованнаго волнистаго желѣза въ настоящее время все болѣе и болѣе распространяются для покрытія открытыхъ крышъ. О преимуществахъ ихъ уже сказано было въ статьѣ о кровляхъ изъ волнистаго цинка.

На кровлю употребляются два сорта волнистаго желѣза: обыкновенное волнистое или гофрированное желѣзо и балочное волнистое желѣзо. Послѣднее можетъ быть прямое или сводчатое.

1. **Кровли изъ обыкновеннаго волнистаго желѣза.** Обыкновенное волнистое желѣзо изготовляется съ волнами, высота которыхъ равняется половинѣ ихъ ширины или меньше ея, при чемъ ширина дѣлается отъ 60 mm—300 mm. Наиболѣе употребительная ширина волнъ кровельныхъ листовъ принимается отъ 100 mm до 120 mm, при высотѣ ихъ отъ 50 mm до 70 mm. Длина листовъ составляетъ отъ 1,5 m до 3 m, ширина ихъ отъ 0,50 m до 0,85 m и толщина отъ 0,6 mm до 2 mm. Обыкновенно рекомендуется какъ наименьшій подъемъ крыши отъ $1/5$ до $1/6$ пролета; но встрѣчаются иногда также крыши такого рода съ подъемомъ въ $1/9$ пролета.

Листы изъ обыкновеннаго волнистаго желѣза поддерживаются прогонами, разстояніе которыхъ другъ отъ друга составляетъ обыкновенно отъ 1,75 до 2,25 m, а лучше не больше 2,5 m.

Кровельные листы сопрягаютъ по горизонтальному направленію другъ съ другомъ, накладывая ихъ край на край, при чемъ ширину закроя принимаютъ въ 8, 12, 15, 17 и 18 cm, соотвѣтственно наклону крыши въ 1:1,5, 1:2, 1:2,5, 1:3, 1:4 и менѣе. Если горизонтальные стыки кровельныхъ листовъ поддержаны прогонами, то въ заклепкахъ не нуждаются; но если горизонтальные стыки листовъ не поддержаны, то послѣдніе соединяются между собою двумя рядами заклепокъ

(Таб. 117, черт. 1213 и 1214), при чемъ заклепываніе производится всегда у гребня волны.

Соединеніе кровельныхъ листовъ между собою по направленію волнъ производится помощью заклепокъ, разстояніе которыхъ другъ отъ друга принимается отъ $1^1/_2{}'$ до $2'$, а отъ краевъ листовъ отъ 6″ до 12″. Закрой листовъ сбоку долженъ составлять отъ 2″ до 3″. Поперечникъ стержня заклепокъ долженъ быть не меньше 6 mm, чтобы головки послѣднихъ не были слишкомъ малы.

Для того, чтобы защищать кровельные листы при заклепываніи отъ слишкомъ сильнаго усилія, укладываютъ подъ головками заклепокъ листочки изъ желѣза, цинка или свинца. Покрытіе головокъ заклепокъ листовымъ желѣзомъ, припаиваемымъ для большей плотности къ кровельнымъ листамъ, въ настоящее время все болѣе выходитъ изъ употребленія.

Для уплотненія горизонтальныхъ швовъ, рекомендуется, укладывать между листами холщевую полосу, пропитанную сурикомъ, если не оставляется промежутокъ для стока воды съ нижней поверхности кровельныхъ листовъ.

Кровельные листы располагаются обыкновенно съ проходящими продольными швами, а рѣдко въ перевязку.

Прикрѣпленіе волнистаго желѣза къ прогонамъ. Если употребляется на кровли прямое волнистое желѣзо, то оказывается полезнымъ, поддерживать листы въ серединѣ и въ обоихъ концахъ. Листы прикрѣпляются въ такомъ случаѣ пятью крючьями, приклепываемыми всегда къ гребнямъ волнъ, а именно 3 у нижняго края и 2 въ серединѣ листа (Таб. 117, черт. 1215). Крючья выдѣлываются, шириною отъ $1^1/_4{}''$ до 2″, изъ оцинкованнаго желѣза толщиною отъ $3{,}_5$ mm до 6 mm. Форма крючьевъ показана на чертежѣ 1216. Крючья иногда приклепываются къ листамъ двумя или тремя заклепками, а если вѣтеръ попадаетъ на кровлю снизу, то они приклепываются также и къ прогонамъ (черт. 1217 и 1218). Чтобы вода, накопившаяся у нижней поверхности кровли, могла свободно стекать съ нея, прикрѣпляютъ только верхній край ниже лежащаго кровельнаго листа къ прогонамъ, а между краями смежныхъ кровельныхъ листовъ оставляютъ небольшой промежутокъ.

Особенное вниманіе слѣдуетъ обращать на прикрѣпленіе волнистаго желѣза у нижнихъ краевъ крышъ безъ стропильныхъ фермъ.

При способѣ прикрѣпленія, показанномъ на чертежѣ 1220 таб. 117, нижній прогонъ состоитъ изъ корытообразнаго желѣза, а подъ кровельными листами располагаются, въ мѣстахъ заклепки, еще короткія полосы изъ того же волнистаго желѣза. Иногда нижній прогонъ дѣлается изъ зетоваго желѣза (Ⴀ), нижняя полка котораго снабжается отверстіями для стока воды (Таб. 117, черт. 1221).

Чертежъ 1222 на 117 таб. показываетъ опору кровельныхъ листовъ, состоящую изъ загнутой полосы изъ листового желѣза, которой придаютъ надлежащую жесткость стуломъ, изготовляемымъ изъ зетоваго желѣза (Ⴀ). На чертежѣ 1223 той же таб. представлено прикрѣпленіе кровельныхъ листовъ къ нижнимъ прогонамъ изъ тавроваго желѣза, при помощи короткихъ полосъ изъ волнистаго желѣза, а черт. 1224 показываетъ подобное прикрѣпленіе кровельныхъ листовъ къ нижнимъ прогонамъ изъ углового желѣза. Прогонъ изъ тавроваго желѣза упирается въ стулъ изъ полосового желѣза надлежащей формы, а прогонъ изъ углового желѣза поддержанъ чугуннымъ стуломъ.

Покрытіе конька при кровляхъ изъ волнистаго желѣза устраивается подобнымъ образомъ, какъ при кровляхъ изъ волнистаго цинка, — при помощи загнутыхъ и прессованныхъ листовъ подходящей формы, по чертежамъ 1225, 1226 a, b, c на таб. 117, гдѣ чертежи 1226 a, b, c на таб. 117 показываютъ коньковый листъ въ большомъ масштабѣ, или по чертежамъ 1227 на таб. 117 и 1228—1236 на таб. 118, которые понятны безъ подробныхъ объясненій.

При всѣхъ этихъ способахъ покрытія конька вниманіе обращено на то, чтобы коньковые листы могли свободно двигаться при движеніи скатовъ крыши, происходящемъ преимущественно отъ перемѣнъ температуры.

Разжелобки устраиваются по чертежамъ 1237 и 1238 на таб. 118 гладкимъ листовымъ цинкомъ, края котораго подсовываются подъ концы кровельныхъ листовъ изъ волнистаго желѣза, или по чертежу 1239 на таб. 118 посредствомъ прессованныхъ листовъ, припаиваемыхъ снизу къ кровельнымъ листамъ.

Желоба устраиваются по чертежамъ 1224 на таб. 117 и 1240—1244 на таб. 118. Края кровельныхъ листовъ просто выступаютъ (Таб. 117, черт. 1224, и таб. 118, черт. 1243), и къ выступающимъ концамъ листовъ приклепываются снизу прессован-

ные листы извѣстной формы, чѣмъ внутренность зданія предохраняется отъ проникания воды. На чертежѣ 1240 на таб. 118 представленъ единственный надежный способъ отведенія воды, накопившейся отъ сгущенія водяного пара у нижней поверхности кровли.

Если скаты крыши выступаютъ за щипцовыя стѣны, то можно приклепывать къ концамъ прогоновъ, помощью уголковъ, корытообразное желѣзо, къ которому прикрѣпляютъ заклепками боковые края кровельныхъ листовъ изъ волнистаго желѣза (Таб. 118, черт. 1246), или къ концамъ прогоновъ приклепывается, при помощи уголковъ, полоса изъ гладкаго листового желѣза, около верхняго края которой загибается фальцемъ край полосы изъ волнистаго желѣза, покрывающей швъ между кровельными листами и вертикальною полосою. Для большей плотности надвигаютъ на фальцъ еще покрышку изъ листового желѣза (Таб. 118, черт. 1247).

Если односкатная крыша примыкаетъ къ стѣнамъ другого зданія, то соединеніе кровли изъ волнистаго желѣза съ кладкою производится по чертежамъ 1248—1251 на таб. 119.

Если крыша щипцовыми концами примыкаетъ къ другому строенію, то сопряженіе кровельныхъ листовъ съ кладкою дѣлается по чертежамъ 1252—1255 на таб. 119.

Особенно тщательно слѣдуетъ устраивать разжелобки, образующіяся у дымовыхъ трубъ и другихъ частей, выступающихъ изъ-за поверхности кровли. Желѣзные бруски, поддерживающіе разжелобки, должны быть прикрѣплены такъ слабо, чтобы движенію скатовъ не препятствовалось. Наилучшій способъ устройства разжелобки представленъ на чертежахъ 1256—1258 на таб. 119 въ разрѣзѣ, въ фасадѣ и планѣ. Изъ чертежей видно, что стекающая по четыремъ верхнимъ волнамъ вода еще можетъ распредѣляться на три нижнихъ волны, не накопляясь при этомъ у боковыхъ сопряженій кровельныхъ листовъ съ кладкою трубы.

2) **Кровли изъ балочнаго волнистаго желѣза.** Балочное волнистое желѣзо изготовляется листами шириною отъ $0{,}_{45}$ m до $0{,}_{90}$ m и длиною отъ 3 m до 4 m, но встрѣчаются и листы длиною въ 6 m. Высота волны больше половины ширины ея.

Прямое балочное волнистое желѣзо допускаетъ разстояніе прогоновъ другъ отъ друга до 4 m (13′).

Относительно значенія и свойствъ кровель изъ балочнаго волнистаго желѣза указываемъ на статью о цилиндрическихъ крышахъ.

Сначала крыши изъ балочнаго волнистаго желѣза устраивались безъ стропильныхъ фермъ, при чемъ требуемыя устойчивость и сопротивленіе получались помощью однихъ только затяжекъ и подвѣсныхъ струнъ. Но этотъ способъ устройства оказался неудовлетворительнымъ, и поэтому въ настоящее время устраиваются для этой цѣли легкія стропильныя фермы по системѣ Полонсо, если употребляется въ дѣло прямое балочное волнистое желѣзо, и серповидныя (Таб. 119, черт. 1259 и 1260), если кровля состоитъ изъ сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза и имѣетъ цилиндрическую форму.

Чтобы верхній поясъ стропильной фермы, показанной на чертежѣ 1259 на таб. 119, былъ по возможности легче, онъ склепывается съ находящимися надъ нимъ волнами при помощи особенныхъ вставленныхъ листовъ подходящей формы.

Прикрѣпленіе нижнихъ краевъ балочнаго волнистаго желѣза производится точно такъ, какъ это показано было на чертежахъ 1220—1224 на таб. 117.

Изъ сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза устраиваются также купольныя крыши значительныхъ пролетовъ безъ стропильныхъ фермъ. При этомъ сводчатое балочное волнистое желѣзо сжимается у верхняго стыка соотвѣтственно формѣ купола, и такимъ образомъ полученныя части купольной кровли вставляются между кольцами изъ тавроваго или зетоваго желѣза (⅂L). По трудности загибанія послѣдняго, оно лучше составляется изъ двухъ уголковъ (_||‾), склепанныхъ другъ съ другомъ.

o. *Стекляныя кровли.* Для стекляныхъ кровель употребляются стекла разныхъ сортовъ, толщиною отъ $4^1/_2$ mm до 12 mm, такъ-какъ болѣе тонкія стекла не оказались достаточно крѣпкими, а стекла большей толщины легко могутъ лопаться отъ внезапныхъ перемѣнъ температуры. Въ настоящее время употребляются также рельефныя стекла, у которыхъ одна поверхность гладкая, а другая рельефная.

Вообще, толщина стеколъ зависитъ отъ наклона крыши и въ то же время отъ длины и ширины ихъ.

Для обыкновенныхъ случаевъ можно пользоваться слѣдующими данными.

При наименьшемъ допускаемомъ наклонѣ ската крыши въ 1:3, оказалась выгодною толщина вдутыхъ стеколъ отъ $4^{1}/_{2}$ mm до 5 mm, а рельефныхъ отъ 7 mm до 12 mm, при чемъ предполагается, что разстояніе горбылей другъ отъ друга составляетъ $0{,}_{50}$ m, при длинѣ стеколъ въ 1 m, или наибольшее разстояніе горбылей другъ отъ друга принимается въ $0{,}_{65}$ m, при чемъ длина стеколъ дѣлается обыкновенно только въ $0{,}_{78}$ m.

При большемъ наклонѣ стекляной кровли, толщина стеколъ соотвѣтственно уменьшается, а при плоскихъ крышахъ употребляются стекла большей толщины, или разстояніе горбылей другъ отъ друга дѣлается меньше.

Часто употребляются такъ-называемыя грубыя стекла, толщиною отъ 11 mm до 13 mm, которыя отличаются значительными размѣрами.

Относительно устройства стекляныхъ кровель, замѣтимъ, что въ каждомъ особенномъ случаѣ слѣдуетъ непремѣнно принимать въ соображеніе климатическія условія и свойство употребляемаго матеріала.

Стекляныя кровли должны, прежде всего, удовлетворять требованію, чтобы вода по возможности скорѣе стекала съ верхней и нижней поверхности кровли. Съ верхней поверхности вода стекаетъ относительно легко, и особенно сложное уплотненіе кровли при этомъ излишне, между тѣмъ какъ отведеніе пота, происходящаго отъ сгущенія водяныхъ паровъ внутри зданія и осаждающагося на нижней поверхности стеколъ, требуетъ довольно сложныхъ приспособленій.

При устройствѣ верхняго освѣщенія помощью стекляныхъ кровель встрѣчаются слѣдующіе случаи:

α) стекляная кровля находится въ одной плоскости съ остальною частью кровли, или придаетъ ей нѣсколько большій наклонъ;

β) стекляная кровля устраивается въ видѣ фонаря, т.-е. она нѣсколько приподнимается надъ поверхностью остальной кровли;

γ) стекляная кровля представляетъ рядъ двухскатныхъ кровель, продольная ось которыхъ перпендикулярна къ продольной оси всего строенія (Таб. 119, черт. 1261);

δ) стекляная кровля устроена въ видѣ вертикальныхъ стѣнокъ (Таб. 119, черт. 1262);

ε) стекляная кровля находится въ плоскости крутого ската зубчатыхъ крышъ.

При стекляныхъ кровляхъ вертикальнаго или почти вертикальнаго положенія поступаютъ точно такъ же, какъ при вставкѣ стеколъ въ обыкновенныя окна.

Наклонъ стекляной кровли долженъ быть не меньше 1:3, а лучше въ 1:2, и даже въ 1:1. Съ пологихъ кровель потъ капаетъ прямо внизъ.

Если снѣгъ долженъ скользить съ крыши самъ собою, то наклонъ дѣлается не меньше 1:1,4 (считая отношеніе подъема крыши къ горизонтальной проекціи ската ея). Наклонъ стекляныхъ кровель зубчатыхъ крышъ дѣлается еще круче.

Вертикальными горбылями, въ которые упираются стекла, служатъ тавровое или такъ-называемое оконное желѣзо разной формы, прокатываемое нарочно для этой цѣли.

Чертежи 1263—1268 на таб. 119 показываютъ формы оконнаго желѣза, полки котораго снабжены продольными желобками, которые должны способствовать лучшему прилипанію замазки къ горбылямъ. Если желобки должны служить для отведенія воды, проникнувшей черезъ неплотные фальцы, и для пота, накопившагося на нижней поверхности стеколъ, то горбылямъ придаютъ форму по чертежамъ 1269 и 1270 на таб. 119.

Въ настоящее время горбыли часто состоятъ изъ полосового желѣза, снабженнаго кожухомъ изъ листового цинка, непосредственно поддерживающимъ стекла и одновременно представляющимъ желобки для стока воды и пота. Кожухъ часто спаивается изъ двухъ частей и доставляетъ въ такомъ случаѣ возможность, укрѣплять стекла безъ замазки, вслѣдствіе чего они станутъ совершенно независимыми отъ расширенія металлическихъ частей переплета (Таб. 119, черт. 1271—1272). Формы горбылей по чертежамъ 1273—1274 на

таб. 119 предназначены для замазыванія. Иногда полосовое желѣзо замѣняется тавровымъ (Таб. 119, черт. 1275). При небольшомъ взаимномъ разстояніи горбылей довольствуются однимъ только кожухомъ изъ листового цинка, безъ полосового или тавроваго желѣза (Таб. 119, черт. 1276). Иногда горбылямъ придаютъ желобкообразную форму по чертежамъ 1277—1279 на таб. 119. Такіе горбыли должны быть снабжены закраинами отъ 15 mm до 25 mm, служащими для опоръ стеколъ. Ширина и высота желобчатыхъ горбылей зависятъ отъ нагрузки ихъ. Ширина дѣлается не меньше, чѣмъ отъ 35 mm до 50 mm.

Чтобы придать стекламъ равномѣрную опору на горбыляхъ, рекомендуется, располагать между горбылями и стеклами прокладку, состоящую изъ слоя замазки, толщиною отъ 2 mm до 5 mm, изъ слоя войлока, обернутаго свинцовою фольгою, или изъ дерева. Очень часто употребляются войлочныя полосы шириною въ 20—30 mm и толщиною въ 5—10 mm, помѣщенныя въ желобкахъ, ширина которыхъ равняется точно ширинѣ войлочной полосы, между тѣмъ какъ глубина ихъ дѣлается на половину меньше толщины войлочной полосы. Такимъ образомъ послѣдняя выступаетъ за края желобка на половину своей толщины и представляетъ одновременно, замѣняя собою замазку, эластичную опору для стеколъ, хорошо уплотняющую швы между послѣдними и горбылями. Для того, чтобы еще лучше достигнуть этой цѣли, располагаютъ крѣпкія пружины, прижимающія стекла къ войлочнымъ полосамъ.

Чтобы предохранять войлочныя полосы отъ разрушительнаго дѣйствія дождя и снѣга, пропитываютъ ихъ саломъ и обвертываютъ, кромѣ того, листовымъ свинцомъ, толщина котораго должна быть не больше 0,2 mm; иначе онѣ теряютъ свою эластичность. Станіоль, взамѣнъ листового свинца, по его малой прочности, не долженъ употребляться въ дѣло.

Въ настоящее время стараются, по возможности избѣгать прокладокъ изъ замазки, войлока или дерева и употребляютъ въ дѣло, взамѣнъ ихъ, листовой свинецъ или укладываютъ стекла прямо на горбыли и цинковые кожухи.

Чтобы предохранять стекла отъ опрокидыванія, располагаютъ также пружины изъ цинка, оцинкованнаго желѣза или стали, прижимающія стекла къ горбылямъ.

Пружинамъ даютъ толщину отъ 2 mm до 3 mm, рѣже до 5 mm, ширину приблизительно въ 4 cm и длину отъ 9 cm до 10 cm. Каждое стекло должно быть захвачено четырьмя пружинами, расположенными въ мѣстѣ закроя стеколъ или между закроями.

Для натягиванія пружинъ служитъ болтъ съ гайкою, связанною съ горбылемъ.

Между пружинами и стеклами кладутъ слой замазки, или пружины обматываются въ мѣстѣ соприкосновенія со стеклами свинцовою проволокою.

При крутыхъ стеклянныхъ кровляхъ, въ большинствѣ случаевъ, въ поперечныхъ швахъ не нуждаются. Но если высота площади между двумя смежными горбылями значительно больше одного метра, то вставляются поперечные горбыли изъ двутавроваго желѣза, или шовъ между стеклами просто уплотняется свинцомъ. Послѣднее, однако, при широкихъ стеклахъ не годится, а свинецъ замѣняется листовымъ цинкомъ, вклееннымъ въ швы посредствомъ варенаго льняного масла (Таб. 119, черт. 1280—1283). На нижней поверхности стеколъ, у шва, расположенъ маленькій желобокъ, изъ котораго потъ втекаетъ въ желобки продольныхъ горбылей. Форму горбылей по чертежу 1283 на таб. 119 можно примѣнять только тогда, когда желобокъ имѣетъ значительный боковой уклонъ, а форму по чертежу 1281 на таб. 119 только въ такомъ случаѣ, если приходится опасаться мороза. Въ настоящее время стекла въ поперечныхъ швахъ обыкновенно напускаются одно на другое, и шовъ уплотняется горизонтальнымъ горбылемъ подходящей формы изъ листового цинка (Таб. 119, черт. 1284 и 1285), который одновременно предохраняетъ верхнее стекло отъ соскальзыванія. Только при значительномъ наклонѣ сте-

кляныхъ кровель употребляются горизонтальные горбыли съ желобками по чертежу 1285 на таб. 119. При примѣненіи горбыля по чертежу 1824 на таб. 119, нижняя часть его снабжается отверстіями, на разстояніи въ 6″ другъ отъ друга, черезъ которыя потъ можетъ стекать наружу. Не смотря на то, стекла могутъ лопаться вслѣдствіе замерзанія пота, оставшагося между перекроемъ. Цѣлесообразнѣе оказываются горбыли по чертежамъ 1286 и 1287 на таб. 119, изготовляемые изъ толстаго листового цинка. Вырѣзанныя и загнутыя части a предохраняютъ верхнее стекло отъ прилеганія къ нижнему, между тѣмъ какъ вырѣзки сами служатъ для стока пота наружу.

При стеклянныхъ кровляхъ съ наименьшимъ допускаемымъ наклономь, горизонтальные швы образуютъ такъ, что напускаютъ одно стекло на другое и оставляютъ обыкновенно промежутокъ между ними.

Если требуется предохранять внутренность зданія отъ прониканія воздуха, то между стеклами располагается прокладка изъ замазки, но, такъ-какъ послѣдняя незначительной прочности, то лучше употребляются для этого свинцовая или цинковая фольга, въ видѣ плоскаго свертка, который, для удобнаго стока пота, нѣсколько изгибается внизъ, а въ самомъ нижнемъ мѣстѣ оставляется отверстіе (Таб. 119, черт. 1288). Если же у продольныхъ горбылей желобки, то упомянутый свертокъ въ серединѣ изгибается вверхъ, чтобы проводить потъ въ эти желобки.

Если горизонтальные швы не должны быть совершенно непроницаемы для воздуха, то можно примѣнять приспособленія, представленныя на чертежахъ 1280—1285 на таб. 119. Всѣ эти приспособленія имѣютъ цѣлью, уплотнять швы, а не поддерживать стекла.

Если помѣщенія, покрытыя стекляною кровлею, имѣютъ значительную высоту, то стекла лучше располагаются поперекъ наклона крыши, въ видѣ двускатныхъ крышъ, при чемъ каждая вторая стропильная нога должна имѣть желобчатую профиль (Таб. 119, черт. 1289). При очень плоскихъ крышахъ стекляная кровля приподнимается изъ-за поверхности остальной кровли до тѣхъ поръ, пока она не будетъ имѣть достаточнаго наклона, или вся поверхность раздѣляется на отдѣльныя двускатныя крыши, между которыми находятся небольшіе желоба по направленію наклона крыши (Таб. 119, черт. 1261).

Если горизонтальные горбыли представляютъ главные горбыли, преимущественно поддерживающіе стекла, а горбыли по направленію наклона крыши — второстепенные, то первые въ то же время замѣняютъ прогоны и могутъ быть устраиваемы изъ двухъ уголковъ, между которыми расположенъ желобокъ; другой желобокъ навѣшенъ на верхній изъ обоихъ уголковъ и принимаетъ воду изъ желобковъ продольныхъ горбылей.

Изъ верхняго горизонталнаго желобка вода стекаетъ въ самомъ нижнемъ мѣстѣ черезъ трубки въ желобокъ, находящійся между уголками (Таб. 120, черт. 1290). Горизонтальные горбыли, одновременно замѣняющіе прогоны, не оказались удобными и должны примѣняться только въ случаѣ надобности.

При только-что изложенной конструкціи стекла независимы отъ расширенія металлическихъ частей кровли и обходятся совершенно безъ замазки. Горбыли проходятъ въ такомъ случаѣ только отъ одного прогона до смежнаго и служатъ въ незначительной степени для поддерживанія стеколъ; они выдѣлываются изъ полосового желѣза шириною въ 8 cm и толщиною въ 0,6 cm.

Стекла предохраняются отъ скользенія шпеньками, толщиною отъ 5 mm до 6 mm и длиною въ 5 cm, продѣтыми сквозь вертикальныя стѣнки продольнаго тавроваго горбыля передъ нижнимъ краемъ стекла, или маленькими угольниками, приклепанными съ обѣихъ сторонъ къ стѣнкѣ горбыля передъ нижнимъ краемъ стекла.

Ширина полокъ угольниковъ составляетъ отъ 4 cm до 4½ cm, а длина ихъ отъ 3 cm

до $3^1/_2$ cm. У нижняго края кровли стѣнка тавроваго желѣза, изъ котораго состоятъ горбыли, срѣзываются, а конецъ полки загибается вверхъ на 90°.

Способъ прикрѣпленія горбылей къ прогонамъ или обрѣшеткѣ зависитъ отъ ихъ взаимнаго положенія.

Если нижняя поверхность горбылей совпадаетъ съ верхнею поверхностью прогоновъ или обрѣшетки, то горбыли тавровой формы просто приклепываются къ послѣднимъ двумя заклепками. Въ другомъ случаѣ необходимы плоскія прокладки, клинья или чугунные стулья, смотря по величинѣ разстоянія поверхностей. Если прогоны или рѣшетины имѣютъ неудобную для опоры горбылей форму, то послѣдніе кладутъ на стулъ, состоящій чаще всего изъ куска желѣзнаго уголка.

Верхній конецъ горбылей часто просто расплющивается и приклепывается къ прогону или рѣшетинѣ, а нижній конецъ зажимается и располагается между двумя угольниками, длина которыхъ равняется ширинѣ верхней полки прогона или рѣшетины. Верхніе края угольниковъ обрѣзываются наискось, сообразно наклону кровли.

Взамѣнъ угольниковъ употребляются также чугунные башмаки, подошвы которыхъ охватываютъ верхнюю полку прогона или рѣшетины.

При устройствѣ конька слѣдуетъ заботиться о совершенной непроницаемости его и о надежномъ соединеніи горбылей съ коньковымъ прогономъ. На чертежахъ 1291, 1292 и 1293 на таб. 120 представлены продольный и поперечный разрѣзы черезъ горбыль и устройство конька. Другіе примѣры показываютъ чертежи 1294—1299 на таб. 120.

При небольшихъ крышахъ избѣгаютъ выступающихъ внизъ коньковыхъ прогоновъ (Таб. 120, черт. 1300).

Устройство желобовъ будетъ понятно изъ чертежей 1301—1304 на таб. 120.

Горбыли изъ дерева можно сопрягать со стеклами по чертежу 1305 на таб. 120.

п. *Устройство желобовъ.* Желоба имѣютъ цѣлью, собирать и отводить воду, стекающую съ крыши. Наиболѣе употребительный матеріалъ для устройства желобовъ представляетъ листовой цинкъ; сверхъ того, употребляется еще для свободно висящихъ, не поддержанныхъ желобовъ оцинкованное листовое желѣзо.

При опредѣленіи площади поперечнаго сѣченія желобовъ можно держаться правила, что, при обыкновенныхъ условіяхъ, для каждой квадратной сажени горизонтальной проекціи крыши достаточно приблизительно $^3/_4$ квад. дюйма.

Ширина желобовъ должна составлять отъ 6″ до 10″, а высота передней стѣнки не менѣе 3″. Для ускоренія стока воды придаютъ дну желобовъ уклонъ отъ 0,8% до 1%.

Форма желобовъ зависитъ отъ многочисленныхъ условій, такъ-что нельзя постановить общія правила.

Для того, чтобы уровень воды въ желобахъ не могъ приподниматься надъ нижнимъ краемъ крыши, послѣдній непремѣнно долженъ быть расположенъ выше чѣмъ край передней стѣнки желобовъ (Таб. 120, черт. 1306 a), и для того, чтобы снѣгъ безпрепятственно могъ скатываться съ крыши, край передней стѣнки желобовъ долженъ находиться внизу продолженнаго ската крыши (Таб. 120, черт. 1306 b).

Для уменьшенія числа водосточныхъ трубъ, желоба дѣлаются по возможности длинными. Но длина желобовъ изъ листового цинка, по расширеніи ихъ отъ перемѣнъ температуры, не должна превосходить 50′, такъ-что можно считать на одну общую водосточную трубу, съ каждой стороны ея, желобъ длиною въ 50′, т.-е. всего длиною въ 100′.

Различаютъ настѣнные и подвѣсные желоба.

Примѣръ настѣннаго желоба показанъ на чертежѣ 1307 на таб. 121. Эта форма желобовъ весьма употребительна въ Россіи, хотя она требуетъ много матеріала и имѣетъ тотъ недостатокъ, что вѣтеръ подгоняетъ воду подъ выше лежащую кровлю.

Примѣры къ свободно висящимъ, такъназываемымъ подвѣснымъ желобамъ пред-

ставлены на чертежахъ 1308 и 1309 на таб. 121. Подвѣсные желоба поддерживаются крючьями изъ полосового желѣза, толщиною приблизительно въ $^5/_{16}$″ до $^3/_8$″ (8 mm - 10 mm) и шириною отъ $^3/_4$ ″ до 1″ (2 cm—2,5 cm).

Крючья привинчиваются сбоку къ стропильнымъ ногамъ или сверху сквозь обшивку къ нимъ, но не къ ихъ торцамъ.

Такъ-какъ почти невозможно избѣгать, чтобы люди, при починкахъ кровель, не ходили по желобамъ, то, для большей ихъ безопасности, крючья располагаютъ только на взаимномъ разстояніи въ 2′ другъ отъ друга. Но въ виду того, что ни въ какомъ случаѣ не должно допускать прикрѣпленіе крючьевъ къ доскамъ, привинченнымъ къ торцевымъ концамъ стропильныхъ ногъ, разстояніе которыхъ другъ отъ друга почти всегда больше 2′, для удовлетворенія выше приведеннаго требованія будетъ необходимо, вставлять для прикрѣпленія крючьевъ между ногами, параллельно къ нимъ, еще надежно закрѣпленный брусокъ, толщиною не менѣе $2^1/_2$″. Этому требованію относительно рѣдко удовлетворяется на практикѣ. Край передней стѣнки желоба загибается, а на задней сторонѣ онъ удерживается клямрами, или для прикрѣпленія служитъ особенная полоса изъ листового цинка или оцинкованнаго листового желѣза, прибитая къ обшивкѣ нижняго края крыши.

При крышахъ безъ свѣса желоба почти исключительно лежатъ на карнизѣ.

Если желоба дѣлаются очень широкими, то край передней стѣнки подвѣшивается къ нижнему краю крыши посредствомъ желѣзной полосы (Таб. 121, черт. 1310).

При зубчатыхъ крышахъ значительной длины, чугунныя колонны часто служатъ для отведенія воды, какъ это показываютъ чертежи 1311 и 1312 на таб. 121.

Водосточныя трубы изготовляются обыкновенно изъ листового цинка или изъ склепаннаго листового желѣза, которое потомъ оцинковывается. Площадь поперечнаго сѣченія водосточныхъ трубъ должна составлять не менѣе $^3/_4$ площади поперечнаго сѣченія желоба, но иногда употребляются трубы, поперечникъ которыхъ меньше 5″; въ нихъ, однако, вода застаивается и зимою легко замерзаетъ, вслѣдствіе чего стокъ воды задерживается.

Водосточныя трубы прикрѣпляются къ стѣнамъ посредствомъ стремянъ, расположенныхъ черезъ каждые 7′ до 10′.

Для болѣе удобнаго стока воды въ водосточныя трубы, верхній конецъ ихъ дѣлается воронкообразнымъ (Таб. 121, черт. 1313). При желобахъ, упирающихся въ верхній карнизъ, водосточныя трубы располагаются по чертежу 1314 на таб. 121, при чемъ часть ихъ, находящаяся въ кладкѣ карниза, окружается еще второю трубою, чтобы предохранять ее отъ поврежденій.

Глава VII.

ЛѢСТНИЦЫ.

Общія понятія. Лѣстницы служатъ для сообщенія между этажами зданія. Различаютъ **наружныя** и **внутреннія** лѣстницы; первыя называются **крыльцами**.

Внутреннія лѣстницы бываютъ: **парадныя, чистыя** или **главныя, черныя** или **боковыя, погребныя, чердачныя** и пр.

Требованія, которымъ должны удовлетворять лѣстницы, бываютъ слѣдующія.

Удобная ходьба по нимъ, достаточная и одинаковая ширина всѣхъ маршей и площадокъ лѣстницы по всей линіи всхода, достаточное число площадокъ для отдыха поднимающихся по лѣстницѣ и для безопасности спускающихся съ нея (т.-е. число ступеней въ одномъ маршѣ не должно быть больше 18), достаточное сопротивленіе дѣйствующимъ силамъ, по возможности большая безопасность отъ пожара и хорошее освѣщеніе.

Смотря по назначенію лѣстницы, удовлетвореніе того или другого требованія болѣе или менѣе важно.

Составныя части лѣстницъ. Лѣстницы состоятъ изъ наклонныхъ и горизонтальныхъ частей.

Наклонныя части называются *маршами*, а горизонтальныя *площадками*.

Марши лѣстницъ составлены изъ отдѣльныхъ частей, ограниченныхъ вертикальными и горизонтальными плоскостями. Эти части носятъ названіе *ступеней*.

Клѣткою лѣстницы называется помѣщеніе въ зданіи, въ которомъ находится лѣстница.

Щеками лѣстницы называются поверхности, органичивающія ее съ обѣихъ сторонъ. Наружная щека представляетъ поверхность, обращенную къ стѣнамъ клѣтки, а внутренняя щека представляетъ поверхность, обращенную во внутренность клѣтки.

Линіею всхода называется та линія, по которой поднимаются или спускаются по лѣстницѣ. Линія всхода находится обыкновенно въ серединѣ ширины маршей.

При ступеняхъ различаютъ двѣ части: ширину ихъ, называемую *проступью*, и высоту ихъ, называемую *подступенькою*.

Тетивами называются балки, находящіяся въ плоскостяхъ щекъ и служащія для поддерживанія концовъ ступеней. Если, взамѣнъ обыкновенныхъ тетивъ, употребляются желѣзныя балки или дугообразныя и прямыя фермы, поддерживающія ступени снизу, то онѣ называются *косоурами*. Прямые косоуры носятъ также названіе тетивъ.

Форма лѣстницъ. Такъ-какъ въ рѣдкихъ только случаяхъ бываетъ возможно сообщать два этажа зданія однимъ только маршемъ, потому что тогда число ступеней его превозошло бы число 18, то лѣстницы въ подобныхъ случаяхъ устраиваются обыкновенно съ двумя или бо̀льшимъ числомъ маршей. По числу маршей различаютъ: лѣстницы *объ одномъ маршѣ* (Таб. 121, черт. 1315), *о двухъ маршахъ* (Таб. 121, черт. 1316 до 1318), *о трехъ маршахъ* (Таб. 121, черт. 1319 и 1320) и *о четырехъ маршахъ* (Таб. 121, черт, 1321).

Если измѣняется направленіе линіи всхода, то получаются *ломаныя* лѣстницы или лѣстницы *съ поворотами*, при чемъ линія всхода почти всегда идетъ параллельно къ стѣнкѣ клѣтки. Лѣстницы съ поворотами устраиваются съ площадками (Таб. 121, черт. 1316, 1318, 1319 и 1321) или повороты закругляются (Таб. 121, черт. 1322 до 1324). Ступени въ закругленіяхъ, которыя у одного конца шире чѣмъ у дуугого, называются *забѣжными*. Лѣстницы объ одномъ маршѣ съ забѣжными ступенями представлены на чертежахъ 1325 на таб. 121 и 1326 и 1327 на таб. 122.

Если горизонтальная проекція обѣихъ щековыхъ поверхностей лѣстницы представляетъ непрерывную кривую линію, обыкновенно кругъ или эллипсъ, то такая лѣстница называется *винтовою* или *круглою* (Таб. 122, черт. 1328); а если горизонтальная проекція представляетъ полукругъ, то получается *полукруглая* лѣстница (Таб. 122, черт. 1329).

Имѣя въ виду только-что сказанное, можно раздѣлить лѣстницы на: *прямыя*, *ломаныя* или *съ поворотами*, *ломаныя съ закругленными поворотами*, *круглыя* или *винтовыя* и *полукруглыя*.

Если лѣстница начинается однимъ маршемъ, а съ площадки развѣтвляется на два марша по различнымъ направленіямъ, то она называется лѣстницею *о двухъ вѣтвяхъ*.

Лѣстница называется *открытою*, если наружныя щеки не ограничиваются стѣнами клѣтки, а *сквозною*, если между маршами по всей высотѣ лѣстницы остается пространство или пролетъ, который можетъ служить для освѣщенія лѣстницы сверху.

Размѣры ступеней. Для удобной ходьбы по лѣстницѣ ширина ступеней, т.-е. проступь, должна находиться въ опредѣленномъ отношеніи къ ея высотѣ, т.-е. къ подступенькѣ. Это отношеніе можно по опытамъ выразить уравненіемъ:

$$a + 2h = 24'',$$

если черезъ a означается проступь, а черезъ h подступенька ступеней.

Размѣры ступеней зависятъ отъ назначенія зданія, въ которомъ находится лѣстница, и отъ назначенія самой лѣстницы.

Принимаются слѣдующіе размѣры ступеней:

	h =	a =
для парадныхъ лѣстницъ	5″, 5½″, 6″	14″, 13″, 12″
для чистыхъ лѣстницъ	6″, 6½″, 7″	12″, 11″, 10″
для черныхъ лѣстницъ	7″, 7½″, 8″	10″, 9″, 8″

Уголъ въ 45° представляетъ предѣлъ наклона марша лѣстницы, и только въ случаѣ крайней не-

обходимости допускается большій наклонъ, гдѣ подступенька больше проступи.

Обыкновенно ширина ступени увеличиваетси выступающею профилью.

При лѣстницахъ съ забѣжными ступенями, ширина послѣднихъ въ линіи всхода должна удовлетворять всѣмъ условіямъ удобнаго хода, и поэтому она откладывается по этой линіи.

Для опредѣленія потребнаго числа ступеней, при данной высотѣ марша и ступеней, высота марша дѣлится на высоту подступеньки. Частное число, получаемое отъ этого дѣленія, должно быть цѣлое число. Если это не выходитъ, что часто встрѣчается, то слѣдуетъ дѣлить высоту марша на то цѣлое число, которое ближе другихъ подходитъ къ полученному частному, и тогда получается точная высота ступеней.

Если, напримѣръ, высота марша составляетъ $10' = 120''$, а высота ступени предварительно принимается въ $7''$, то число ступеней получается дѣленіемъ $^{120}/_{7} = 17{,}14$.

Цѣлое число, стоящее ближе другихъ къ этому частному, — 17, такъ-что точная величина высоты ступеней: $^{120}/_{17} = 7{,}0584''$....

Такъ-какъ измѣреніе и передача такой величины весьма затруднительны, то откладываютъ высоту марша на рейкѣ и раздѣляютъ ее на число ступеней, опредѣленное исчисленіемъ.

Такъ-какъ верхняя проступь лежитъ въ одной плоскости съ площадкою и представляетъ продолженіе послѣдней, то число проступей будетъ всегда на единицу меньше числа подступенекъ.

Изъ числа подступенекъ получается число проступей и вмѣстѣ съ тѣмъ площадь, занимаемая въ планѣ лѣстницею.

Ширина лѣстницъ. Наименьшая ширина лѣстницы принимается въ 2′; но для того, чтобы два лица могли встрѣчаться другъ съ другомъ на лѣстницѣ, послѣдняя должна имѣть ширину по крайней мѣрѣ въ 3′, а еще лучше отъ $3^1/_2{}'$ до 4′. Для проноса мебели, черныя лѣстницы должны имѣть ширину отъ 4′ до $4^1/_2{}'$, а чистымъ лѣстницамъ даютъ ширину отъ 5′ до 7′. Парадныя лѣстницы имѣютъ весьма различную ширину: для обыкновенныхъ случаевъ можно принимать ширину отъ 7′ до 10′, но встрѣчаются и такія лѣстницы, у которыхъ ширина до 20′ и болѣе.

Площадки. Ширина площадокъ принимается вообще соразмѣрно шагу человѣка; шагъ считается приблизительно въ 2′. Длина площадки равняется обыкновенно ширинѣ клѣтки (Таб. 121, черт. 1316), а ширина ея равняется ширинѣ марша лѣстницы.

Форма площадокъ зависитъ отъ взаимнаго положенія маршей.

Если направленіе горизонтальныхъ проекцій двухъ маршей перпендикулярно другъ къ другу, то площадка можетъ имѣть форму квадрата (Таб. 121, черт. 1318) или четверти круга; но если направленіе марша въ планѣ параллельно другъ къ другу, то площадка показываетъ форму прямоугольника (Таб. 121, черт. 1316) или полугруга.

По матеріалу, изъ котораго устраиваются лѣстницы, различаютъ: каменныя, деревянныя и желѣзныя.

1) **Каменныя лѣстницы.** Каменныя лѣстницы устраиваются изъ мелкаго матеріала, на пр. изъ кирпича и бутового камня, или ступени ихъ состоятъ изъ тесанаго камня или отливаются изъ цемента.

a. *Лѣстницы изъ кирпича.* При лѣстницахъ изъ кирпича отдѣльныя ступени устраиваются изъ ряда кирпичей, поставленныхъ на ребро (Таб. 122, черт. 1330), или кирпичи располагаются плашмя (Таб. 122, черт. 1331). Въ обоихъ случаяхъ ступени поддерживаются сходящими (Таб. 122, черт. 1330 и 1331) или ползучими сводами (Таб. 122, черт. 1332).

Сходящіе своды упираются въ сплошныя щековыя стѣны, которыя иногда замѣняются арками, какъ это представлено на чертежахъ 1333 и 1334 на таб. 122 въ планѣ и въ разрѣзѣ. Взамѣнъ арки, располагаютъ также тетивы, т.-е. наклонныя балки изъ двутавроваго желѣза, служащія опорами для сводящихъ сводовъ (Таб. 122, черт. 1335 и 1336). Желѣзныя тетивы скрѣпляются со стѣнками клѣтки желѣзными связами. Нижній поясъ двутавровыхъ балокъ представляетъ довольно ненадежную опору для сходящаго свода, почему кладка начала свода должна производиться весьма тщательно, и рекомендуется, придать первымъ рядамъ свода толщину въ одинъ кирпичъ. Такимъ образомъ сводъ упирается также въ верхній поясъ двутавровой балки, чѣмъ лучше предохраняется отъ скалызыванія.

Замѣтимъ, что можно поступать такимъ же образомъ при устройствѣ сводовъ, поддерживающихъ площадку и упирающихся также въ рельсы или двутавровыя желѣзныя балки.

Чертежи 1337 и 1338 на таб. 122 показываютъ лѣстницу изъ кирпича, марши которой поддержаны ползучимъ сводомъ.

Ползучимъ сводамъ, поддерживающимъ марши лѣстницы, даютъ толщину въ полкирпича; они упираются или въ подпружную арку, служащую одновременно опорою плоскаго цилиндрическаго свода, поддерживающаго площадку (Таб. 122, черт. 1337 и 1338), или въ плоскій цилиндрическій сводъ, толщиною вь $1^1/_2$ кирпича, который поддерживаетъ также одновременно площадку (a) (Таб. 122, черт. 1339 и 1340); или площадка (b) поддерживается плоскимъ цилиндрическимъ сводомъ, толщиною въ полкирпича, внутреннее начало котораго упирается въ балку изъ двутавроваго желѣза или изъ желѣзнодорожнаго рельса. Въ эту желѣзную балку упирается также ползучій сводъ. Если подпружныя арки, отдѣляющія сводъ, поддерживающій площадку, отъ свода, носящаго марши лѣстницы, имѣютъ длину больше чѣмъ въ $7^1/_2{}'$ до 8′, то располагаются выступы b или кронштейны въ стѣнахъ клѣтки, въ которые упирается подпружная арка (Таб. 122, черт. 1337 и 1338), или вмѣсто одной подпружной арки располагаются двѣ, упирающіяся внутренними началами въ каменный столбъ a или чугунную колонну (Таб. 122, черт. 1333 и 1334).

Сходящіе своды, служащіе для поддерживанія маршей лѣстницы, дѣлаются также толщиною въ $^1/_2$ кирпича, если употребляется на кладку обыкновенный известковый растворъ. При этомъ опоры сводовъ должны быть толщиною въ $1^1/_2$ кирпича; но если опоры устроены въ видѣ арокъ, кладка которыхъ производится на цементномъ растворѣ, то толщина ихъ можетъ быть принимаема въ 1 кирпичъ.

Своды подъ площадками, толщиною въ $^1/_2$ кирпича, могутъ быть плоскіе, цилиндрическіе, парусные или крестовые.

Если имѣются щековыя стѣны, то лѣстницы изъ кирпичей можно устраивать и безъ поддерживающихъ сводовъ, составляя каждую ступень изъ кирпичей, поставленныхъ на ребро и образующихъ плоскую арку, ширина и толщина которой обусловливаются величиною проступи и подступеньки ступени.

Перевязка кладки такимъ образомъ устроенныхъ ступеней показана на чертежахъ 1341 и 1342 на таб. 122.

Кладка ступеней начинается снизу. Нижняя поверхность сводчатыхъ ступеней выравнивается штукатуркою, а верхняя черепицами, заложенными на цементномъ растворѣ.

Толщина стѣнъ клѣтки, служащихъ опорами для сводчатыхъ ступеней, принимается, при длинѣ послѣднихъ отъ 5′ до 7′, въ 2 кирпича, а при длинѣ отъ 3′ до 4′ — въ $1^1/_2$ кирпича. Толщина средней щековой стѣны дѣлается отъ $1^1/_2$ до 2 кирпичей, а при широкихъ лѣстницахъ въ $2^1/_2$ кирпича.

Иногда устраиваются ступени не въ видѣ арки, но съ вертикальными швами на цементномъ растворѣ на опалубкѣ (Таб. 122, черт. 1343).

При ширинѣ лѣстницы въ 3′, толщина ступеней въ $1^1/_4$ кирпича оказывается достаточною (Таб. 122, черт. 1344).

Замѣтимъ, что полицейскія постановленія не допускаютъ лѣстницы послѣдняго рода безъ поддерживающихъ сводовъ, такъ-какъ прочность ихъ преимущественно обусловливается доброкачественностью портландскаго цемента, употребленнаго въ дѣло.

Всѣ лѣстницы изъ кирпича скоро и неравномѣрно стираются. Для устраненія этого недостатка, ступени покрываютъ слоемъ цемента, деревянными досками или каменными или чугунными лещадками. Покрытіе ступеней начинается сверху.

Доски толщиною въ $1^1/_2{}''$, покрывающія ступени, привинчиваются къ деревяннымъ кобылкамъ, заложеннымъ въ кладкѣ ступеней (Таб. 122, черт. 1345), или впускаются въ стѣны, возведенныя по щекамъ

лѣстницы и, сверхъ того, еще на 1″ подъ основаніе выше лежащей ступени (Таб. 123, черт. 1346 и 1347).

Чугунныя и каменныя лещадки, длина которыхъ должна равняться ширинѣ лѣстницы, укрѣпляются подливкою на известковомъ растворѣ, задѣлкою концовъ въ щековыя стѣны и въ стѣны, ограждающія клѣтки, и наконецъ впускомъ задняго продольнаго ребра подъ основаніе верхней смежной ступени.

б. *Лѣстницы изъ тесанаго камня* или *каменотесныя лѣстницы.* Лѣстницы изъ тесанаго камня различаютъ: подпертыя и висячія.

Ступени подпертыхъ лѣстницъ поддерживаются сплошною кладкою всякаго рода, сходящими или ползучими сводами, или онѣ вдѣлываются однимъ концомъ въ стѣну клѣтки, а другимъ въ стѣну, возведенную внутри клѣтки, или вдѣлываются однимъ концомъ въ стѣны клѣтки, а другимъ упираются въ арки, тетивы или желѣзные косоуры.

Ступени висячихъ лѣстницъ задѣланы однимъ концомъ въ стѣны клѣтки а, сверхъ того, поддержаны еще взаимно такъ, что вся лѣстница упирается въ фундаментъ подъ нижнею ступенью.

Форма ступеней. Для крылецъ употребляютъ обыкновенно ступени съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, при чемъ нижнія и заднія грани ступени остаются не обдѣланными. При лѣстницахъ, нижняя поверхность которыхъ остается видною, ступени обдѣлываются со всѣхъ сторонъ (Таб. 123, черт. 1348). Каждая ступень покрывается верхнею на $1^{1}/_{2}$″ до 2″. Но такое соединеніе допускается только тогда, когда ступени имѣютъ неподвижное положеніе; если же приходится опасаться сдвиженія ступеней съ мѣста, то рекомендуется соединеніе ихъ скошенными кромками (Таб. 123, черт. 1349) или фальцемъ (Таб. 123, черт. 1350 и 1351).

Для того, чтобы придать нижней поверхности лѣстницы болѣе красивый видъ, или если лѣстница поддерживается сходящимъ сводомъ, ступени стесываются подъ наклонную плоскость (Таб. 123, черт. 1352 и 1353).

Фальцы бываютъ ширины и глубины въ 1″. Чтобы вода не могла проникать за ступени наружныхъ лѣстницъ (крылецъ), придаютъ имъ форму, показанную на чертежѣ 1354 на таб. 123. Этою формою обтеска ступеней весьма затрудняется.

Часто встрѣчаются у ступеней профили по чертежамъ 1355 a b c d e на таб. 123.

Ступени вытесываются изъ естественнаго камня всѣхъ породъ, если онъ достаточной крѣпости.

Ступени изъ мягкихъ каменныхъ породъ покрываются деревянными досками; иначе онѣ скоро стираются.

α. *Крыльца.* Ступенямъ крылецъ даютъ уклонъ въ $^{1}/_{8}$″, чтобы вода скорѣе стекала съ нихъ.

Крыльца должны имѣть надежный фундаментъ. Ступени крылецъ могутъ быть поддержаны бутовою или кирпичною кладкою, произведенною обыкновеннымъ образомъ или, по чертежу 1356 на таб. 123, со спускными рядами.

Такъ-какъ этотъ способъ поддерживанія требуетъ много матеріала, то, для сбереженія его, ступени часто упираются только обоими концами въ стѣнки (Таб. 123, черт. 1357). Если подъ крыльцомъ находится погребное окно, то изъ ступеней вытесываютъ отверстія для освѣщенія погреба (Таб. 123, черт. 1358 a и b).

При этомъ должно имѣть въ виду, что свободная длина ступеней изъ гранита можетъ составлять отъ 7′ до 10′, а ступеней изъ песчаника отъ 4′ до 7′, смотря по размѣрамъ поперечнаго сѣченія, по профили ступеней и по сопротивленію матеріала.

Ступени крыльца часто также поддерживаются цилиндрическимъ сводомъ (Таб. 123, черт. 1359).

β. *Подпертыя внутреннія лѣстницы.*

1) Подпертыя лѣстницы изъ тесанаго камня, поддержанныя сводами, отличаются отъ лѣстницъ изъ кирпичной кладки только родомъ матеріала, изъ котораго сдѣланы ступени, и поэтому указываемъ на сюда относящіеся чертежи 1333—1340, на таб. 122.

Ступени каменотесныхъ лѣстницъ такого рода

изготовляютъ обыкновенно треугольнаго поперечнаго сѣченія, оказывающагося въ этомъ случаѣ болѣе удобнымъ и цѣлесообразнымъ, чѣмъ прямоугольное сѣченіе.

2) Простѣйшая форма подпертыхъ лѣстницъ получается, если ступени вдѣланы однимъ концомъ въ стѣны клѣтки, а другимъ въ стѣну, возведенную внутри клѣтки (Таб. 123, черт. 1360 и 1361). Толщина послѣдней стѣны должна составлять не менѣе 1 кирпича. Въ странахъ, гдѣ легко добываются плиты достаточныхъ размѣровъ, площадочныя плиты состоятъ изъ одного куска, а толщина ихъ бываетъ равна толщинѣ ступеней; въ другомъ случаѣ площадочныя плиты составляются изъ двухъ частей, соединенныхъ между собою въ четверть или закрой (Таб. 123, черт. 1360), или располагается еще средняя часть. Тогда необходима поддерживающая арка bc, упирающаяся въ стѣнку xy и противоположную стѣну клѣтки.

Если находятся въ распоряженіи только тонкія плиты, то площадка поддерживается крестовымъ сводомъ (Таб. 123, черт. 1361). На чертежѣ 1362 на таб. 123 показанъ планъ лѣстницы подобнаго вида о трехъ маршахъ съ двумя поворотами.

Всѣ эти лѣстницы имѣютъ тотъ недостатокъ, что освѣщеніе ихъ весьма затруднительно и часто даже невозможно, почему онѣ находятъ примѣненіе почти исключительно какъ черныя лѣстницы. Этотъ недостатокъ устраняется, если, взамѣнъ сплошной средней стѣнки, устраиваются арки, въ которыя могутъ упираться наружныя концы ступеней; эти арки подпираются столбами.

Къ этой группѣ лѣстницъ можно причислить и винтовыя лѣстницы, ступени которыхъ широкимъ концомъ вдѣланы въ стѣны клѣтки, между тѣмъ какъ узкіе концы ихъ представляютъ серединный столбъ. На чертежахъ 1363 и 1364 на таб. 123 изображены планъ и разрѣзъ винтовой лѣстницы подобной формы. Чертежи 1365—1367 на таб. 124 показываютъ форму ступеней и форму и величину перекрытія каждой ступени выше лежащею. Закругленные узкіе концы ступени соединяются другъ съ другомъ желѣзными пиронами.

3) Подпертыя лѣстницы, ступени которыхъ однимъ концомъ вдѣланы въ стѣны клѣтки, а другимъ упираются въ каменныя тетивы, не могутъ рекомендоваться, такъ-какъ сопротивленіе послѣднихъ очень незначительно и выдѣлываніе ихъ требуетъ много работы и матеріала.

Въ настоящее время лѣстницы подобнаго рода рѣдко встрѣчаются.

Тетивы изъ тесанаго камня составляются по возможности изъ меньшаго числа частей, а выдѣлываются, лучше всего, изъ одного куска (Таб. 124, черт. 1368). Концы ступеней впускаются въ гнѣзда, вынутыя въ тетивахъ. Чертежъ 1368 на таб. 124 показываетъ также стыкъ отдѣльныхъ частей тетивы. Ширина тетивы бываетъ отъ 7″ до 12″, а высота ея по вертикальному направленію дѣлается въ 2 или $2^1/_2$ раза больше подступеньки. Тетивы упираются въ столбы, поставленные по срединѣ клѣтки.

Если матеріалъ, изъ котораго изготовлены ступени висячихъ лѣстницъ, не достаточно крѣпокъ, то ступени должны быть поддерживаемы наклонными желѣзными балками различнаго поперечнаго сѣченія, такъ-называемыми косоурами.

Ступени имѣютъ треугольное поперечное сѣченіе и упираются другъ въ друга по чертежу 1352 на таб. 123. Если одинъ конецъ ступеней вдѣланъ въ стѣну клѣтки, то будетъ достаточно, располагать косоуры въ одинъ рядъ подъ свободными концами ступеней; но если марши не идутъ возлѣ стѣны клѣтки, то оба конца ступеней должны быть поддержаны косоурами, и при очень широкихъ лѣстницахъ косоуры располагаются даже въ три ряда.

Косоуры состоятъ изъ желѣзнодорожныхъ рельсовъ, двутавроваго и брусковаго желѣза. Концы косоуровъ часто задѣлываются въ стѣну. Площадки поддерживаются также желѣзными балками или плоскими сводами. Для опоръ желѣзныхъ косоуровъ или тетивъ располагаютъ иногда въ сводахъ желѣзныя распорки.

На чертежѣ 1369 на таб. 124 представленъ очень употребительный въ Россіи способъ устройства лѣстницы на косоурахъ.

На чертежѣ 1370 на таб. 124 показано устройство лѣстницы, при которой концы ступеней упираются въ косоуры изъ двутавроваго желѣза, концы которыхъ не задѣланы въ стѣнкѣ клѣтки. Косоуры поддержаны у верхняго и нижняго концовъ двутавровою желѣзною балкою, служащею одновременно опорою плоскаго свода, поддерживающаго площадку.

Верхній конецъ косоуровъ прикрѣпляется при помощи уголковъ и болтовъ или заклепокъ къ стѣнкѣ горизонтальной двутавровой балки, а нижній загибается и упирается просто въ верхній

поясъ послѣдней. За неимѣніемъ двутавровыхъ балокъ, для косоуровъ употребляются также желѣзнодорожные рельсы, оба конца которыхъ загибаются и просто упираются въ горизонтальныя балки, составленныя изъ двухъ желѣзнодорожныхъ рельсовъ. Этотъ способъ поддерживанія косоуровъ выбираютъ, потому что соединеніе рельсовъ другъ съ другомъ весьма затруднительно и не прочно (Таб. 124, черт. 1370a).

На чертежѣ 1372 на таб. 124 представлена лѣстница съ косоурами изъ двутавроваго желѣза, ступени которой въ смежныхъ маршахъ сдвинуты другъ относительно друга.

Чертежъ 1371 на таб. 124 показываетъ лѣстницу съ тетивами изъ двухъ коробокъ, между которыми находится вертикальный листъ. Ступени поддержаны треугольными частями изъ уголковъ и треугольнымъ листикомъ.

Чугунные косоуры, по ихъ хрупкости, рѣдко употребляются для длинныхъ маршей. Обыкновенно даютъ имъ форму арки.

γ. *Висячія внутреннія лѣстницы.* При висячихъ лѣстницахъ поддерживаются однѣ только верхняя и нижняя ступени по всей своей длинѣ, между тѣмъ какъ всѣ остальныя ступени упираются другъ въ друга при чемъ онѣ однимъ концомъ вдѣланы въ стѣны клѣтки на $1/2$ или 1 кирпичъ, между тѣмъ какъ другой конецъ оставляется безъ всякой поддержки.

Соединеніе ступеней извѣстно уже изъ чертежей 1347—1354 на таб. 123, и способы соединенія могутъ еще дополниться изъ нижеслѣдующихъ примѣровъ.

Площадки висячихъ лѣстницъ устраиваются изъ цѣлыхъ плитъ, а за неимѣніемъ ихъ—на плоскихъ цилиндрическихъ сводахъ (Таб. 125, черт. 1373), ось которыхъ параллельна (A) или перпендикулярна (B) къ направленію ступеней. Въ первомъ случаѣ сводъ обыкновенно упирается въ двутавровую балку; но часто нижняя и верхняя ступени висячей лѣстницы поддерживаются подпружною аркою, въ которую одновременно упирается сводъ площадки (Таб. 125, черт. 1374).

Другіе примѣры висячихъ лѣстницъ показываютъ чертежи 1375 и 1376 на таб. 125.

Если площадка устраивается изъ одной толстой плиты, то послѣдняя подпирается столбомъ (Таб. 125, черт. 1377 и 1378).

Изъ предыдущаго видно, что висячія лѣстницы отличаются отъ лѣстницъ на косоурахъ только тѣмъ, что свободные концы послѣднихъ поддержаны.

Матеріалъ, употребляемый для выдѣлыванія каменныхъ ступеней висячихъ лѣстницъ, долженъ быть отличнаго качества, особенно при широкихъ маршахъ; иначе рекомендуется, поддерживать свободные концы ступеней желѣзными косоурами.

При лѣстницахъ съ закругленными поворотами, нормальная ширина ступеней откладывается на линіи всхода abc (Таб. 126, черт. 1379).

Если забѣжныя ступени были бы направлены къ центру закругленія o, то свободные концы ихъ часто стали бы слишкомъ узкими, и поэтому ходьба по лѣстницѣ нѣсколько затруднялась бы. Этого неудобства избѣгаютъ, устраивая опредѣленное число ступеней какъ прямыя, а остальныя какъ забѣжныя. По отложеніи проступей прямыхъ ступеней на горизонтальной проекціи щековой линіи, остальная часть ея раздѣляется на столько равныхъ частей, сколько требуется забѣжныхъ ступеней. Эти точки дѣленія соединяются съ точками дѣленія линіи всхода (Таб. 126, черт. 1379). Линіи показаны на чертежѣ пунктиромъ.

Еще болѣе цѣлесообразнымъ оказывается слѣдующій способъ.

Развертываютъ линію defg въ планѣ (Таб. 126, черт. 1379) и откладываютъ ее на горизонтали (Таб. 126, черт. 1380) отъ d до 10. Въ точкѣ 10 возстановляютъ перпендикуляръ и на послѣднемъ откладываютъ 10 подступенекъ. Отъ d до e и отъ f до g откладываютъ на горизонтали нормальную ширину ступеней; затѣмъ соединяютъ точку e съ точкою f и возстановляютъ въ серединѣ разстояній de, ef и fg перпендикуляры, пересѣкающіеся въ точкахъ k и l, которыя представляютъ центры обѣихъ дугъ круга hi и im. Горизонтали, проведенныя черезъ точки дѣленія перпендикуляра въ точкѣ 10 до дугъ hi и im, даютъ искомое раздѣленіе забѣжныхъ сту-

пеней, которое приходится перенести на планъ.

Примѣръ подобнаго рода показанъ еще на чертежахъ 1381 и 1382 на таб. 126. При этомъ примѣрѣ приняты три прямыхъ ступени, считая съ верхней и нижней площадокъ марша лѣстницы, а затѣмъ слѣдуютъ забѣжныя ступени. По симметрическому расположенію ступеней, приходится, при опредѣленіи ширины свободныхъ концовъ забѣжныхъ ступеней, принимать въ соображеніе только половину марша.

Представленный здѣсь способъ опредѣленія различается отъ изложеннаго въ предыдущемъ только тѣмъ, что перпендикуляръ возстановляется въ конечной точкѣ 4 разстоянія о 4, а не въ серединѣ послѣдняго.

Лѣстницы, ступени которыхъ вдѣланы однимъ концомъ въ стѣны клѣтки, устраиваются одновременно съ возведеніемъ стѣнъ зданія или по окончаніи зданія въ чернѣ. Въ первомъ случаѣ слѣдуетъ дать лѣстницѣ возможность осѣсть вмѣстѣ со стѣнами и рекомендуется, укладывать ступени съ небольшимъ уклономъ внутрь клѣтки, выравнивающимся по осадкѣ стѣны.

Перила. Перила имѣютъ высоту въ 2′ 8″ до 2′ 9″.

Если марши лѣстницы ограждены сбоку стѣнами, то къ нимъ просто прикрѣпляютъ поручни. Въ другомъ случаѣ устраиваютъ перила, балясины которыхъ задѣлываются въ ступени сверху или сбоку.

2) **Деревянныя лѣстницы.** Ступени деревянныхъ лѣстницъ выдѣлываются изъ брусьевъ или составляются изъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ досокъ.

а. *Лѣстницы изъ брусьевъ* устраиваютъ подобнымъ образомъ, какъ висячія каменныя лѣстницы, задѣлывая ступени изъ брусьевъ въ стѣны клѣтки. Ступени, упирающіяся другъ въ друга, должны быть соединяемы между собою желѣзными связями. Это соединеніе производятъ, располагая подъ висячіе концы ступеней полосовое желѣзо (Таб. 126, черт. 1383) или соединяя каждыя двѣ смежныхъ ступени двумя рядами желѣзныхъ болтовъ, расположенныхъ у висячихъ концовъ ступеней (Таб. 126, черт. 1384 и 1385).

Такія лѣстницы можно также устраивать на тетивахъ изъ брусьевъ или толстыхъ досокъ.

Деревянныя лѣстницы изъ брусьевъ въ настоящее время весьма рѣдко встрѣчаются, такъ-какъ онѣ требуютъ много матеріала и, сверхъ того, оказываютъ еще, вслѣдствіе раскалыванія и коробленія дерева, много недостатковъ.

При чистой отдѣлкѣ нижней поверхности лѣстницы въ подшивкѣ ея досками не нуждаются.

б. *Лѣстницы изъ досокъ.* Ступени лѣстницъ изъ досокъ состоятъ изъ одной горизонтальной доски, называемой проступью, и одной вертикальной доски, называемой подступенькою. Проступь дѣлается толщиною въ 2″ до 2½″, а подступенька толщиною въ 1″. Соединеніе подступеньки со смежными проступями производится въ шпунтъ (Таб. 126, черт. 1386 и 1387), или верхній край подступеньки соединяется съ выше лежащею проступъю въ шпунтъ, а нижній край ея привинчивается къ ниже лежащей проступи щурупами (Таб. 126, черт. 1388). Передній край проступей выступаетъ за подступеньку на 1½″.

Ступени упираются обоими концами въ тетивы изъ толстыхъ досокъ, толщиною отъ 2½″ до 3½″, поставленныхъ на ребро.

Смотря по способу соединенія ступеней съ тетивами, различаютъ: **лѣстницы со вставными ступенями** (Таб. 126, черт. 1389) и **лѣстницы съ накладными ступенями** (Таб. 126, черт. 1390).

При **лѣстницахъ со вставными ступенями,** концы проступей и подступенекъ впускаются на 1″ въ гнѣзда, вынутыя въ тетивахъ.

Ширина тетивъ зависитъ отъ наклона марша лѣстницы и должна быть такая, чтобы наименьшее разстояніе проступей отъ верхняго края тетивы составляло въ 1″ до 2″, а разстояніе ихъ отъ нижняго края тетивы въ 2″ до 3″.

Такъ-какъ опоры ступеней въ тетивахъ очень узки, то противоположныя тетивы

должны стягиваться желѣзными связами; иначе ступени легко могутъ выпасть изъ гнѣздъ, если, вслѣдствіе того, что дерево коробится, тетивы сдвинутся съ мѣста (Таб. 126, черт. 1391). Во избѣжаніе этого неудобства концы одной или другой проступи скрѣпляются съ тетивами также короткими болтами (Таб. 127, черт. 1392 и 1393).

При лѣстницахъ съ накладными ступенями, проступи прибиваются къ тетивамъ сверху двумя нагелями или привинчиваются къ нимъ щурупами.

У тетивъ должна быть такая ширина, чтобы наименьшее разстояніе проступей отъ нижняго края тетивы было не меньше 6″.

Такъ-какъ ширина тетивъ вырѣзками для накладныхъ проступей значительно уменьшается, то можно выдѣлывать выступающія треугольныя части тетивъ изъ отдѣльныхъ кусковъ и приклеивать ихъ къ тетивамъ.

Для того, чтобы накладныя проступи не могли коробиться, торцы ихъ обдѣлываются брусками съ профилью (Таб. 127, черт. 1394 и 1395).

Подступеньки соединяются съ тетивами въ усъ (Таб. 127, черт. 1396) и привинчиваются къ послѣднимъ щурупами.

Иногда устраиваютъ лѣстницы у стѣны клѣтки со вставными ступенями, а на другой сторонѣ съ накладными.

Тетивы прикрѣпляются къ стѣнамъ клѣтки желѣзными крючьями.

Тетивы лѣстницъ со вставными ступенями упираются нижнимъ концомъ въ основной брусъ, обыкновенно представляющій одновременно нижнюю ступень прямоугольнаго поперечнаго сѣченія (Таб. 127, черт. 1397 и 1397 а), а верхнимъ концомъ упираются въ балку, поддерживающую площадку (Таб. 127, черт. 1398 и 1399). Часто между этою балкою и тетивою вставляется столбикъ для прикрѣпленія поручня перилъ, въ который въ такомъ случаѣ врубается верхній конецъ тетивы (Таб. 127, черт. 1400).

При лѣстницахъ съ накладными ступенями, нижній конецъ тетивы упирается въ нижнюю ступень марша изъ бруса (Таб. 128, черт. 1402) или непосредственно въ половую балку (Таб. 128, черт. 1401), а верхній конецъ упирается въ балку, поддерживающую площадку (Таб. 128, черт. 1403), или въ перильный столбикъ (Таб. 128, черт. 1404), или, наконецъ, въ толстую горизонтальную доску, поставленную на ребро и вставленную между балкою площадки и тетивами лѣстницы (Таб. 128, черт. 1405).

Иногда вставляется между балкою площадки и тетивою висячій столбъ, въ который врубается тетива и одновременно горизонтальная доска, поставленная на ребро (Таб. 128, черт. 1406).

Площадки становятся необходимыми при лѣстницахъ съ поворотами. Каждая площадка поддерживается особыми балками.

Устройство площадки для лѣстницы о двухъ маршахъ, линіи всхода которыхъ въ планѣ параллельны, производится при лѣстницахъ со вставными ступенями по чертежу 1407 на таб. 129, а при лѣстницахъ съ накладными ступенями по чертежу 1408 на таб. 129. Въ первомъ случаѣ внутреннія тетивы обоихъ маршей соединяются между собою искривленною частью k, плотно пристающею къ балкѣ площадки, а во второмъ случаѣ тетивы упираются въ балку площадки, въ перильный столбикъ или въ толстую доску (Таб. 128, черт. 1403—1406).

Если линіи всхода обоихъ маршей лѣстницы съ однимъ поворотомъ образуютъ уголъ въ 90°, то площадка поддерживается по чертежу 1409 на таб. 129, по которому нагрузка площадки передается діагональною балкою a на искривленную часть тетивы и послѣднею опять на нижнюю ступень, или площадка устраивается по чертежамъ 1410 и 1410 a на таб. 129 въ висячемъ видѣ, при чемъ искривленная часть тетивы плотно прислоняется къ углу площадки. Въ этомъ случаѣ предполагается, что балки площадки находятся на равной высотѣ съ остальными потолочными балками, при чемъ балка площадки a од-

нимъ концомъ можетъ врубаться въ проходящую балку с шипомъ, между тѣмъ какъ въ другой конецъ упирается балка b.

Если площадка не находится на равной высотѣ съ остальными потолочными балками, то располагается особая діагональная балка a, поддерживающая другую діагональную балку b, съ которою она соединена въ полдерева. Въ конецъ балки b упираются концы балокъ c и d (Таб. 129, черт. 1411).

Соединеніе искривленной части тетивы съ прямыми ея частями показано на чертежѣ 1412 на таб. 129; оно производится двойнымъ шипомъ, полосовымъ желѣзомъ, привинчиваемымъ къ нижней поверхности тетивы, или косымъ болтомъ. Если тетивы составляются изъ отдѣльныхъ частей, то послѣднія соединяются между собою по чертежамъ 1413—1415, на таб. 129.

Часто искривленная часть тетивъ лѣстницъ съ поворотами замѣняется висячимъ столбомъ, въ который упираются тетивы и въ который одновременно врубаются концы балокъ, поддерживающихъ площадку (Таб. 129, черт. 1416—1417).

Лѣстницы съ закругленными поворотами устраиваются въ висячемъ видѣ (Таб. 129, черт. 1418 и 1419), или искривленная часть тетивы замѣняется столбомъ, доходящимъ до пола (Таб. 130, черт. 1420 и 1421). Въ послѣднемъ случаѣ лѣстницы называются подпертыми, въ противоположности къ предыдущимъ, носящимъ названіе висячихъ.

Ширина узкихъ концовъ забѣжныхъ ступеней опредѣляется по чертежамъ 1379—1381 на таб. 126.

Такимъ же образомъ получаютъ развернутыя тетивы, проводя линіи на надлежащемъ разстояніи отъ крайнихъ точекъ ступеней.

На чертежахъ 1422 и 1423 на таб. 130 показана лѣстница объ одномъ маршѣ съ забѣжными ступенями, которая будетъ понятна безъ объясненія.

Винтовыя лѣстницы устраиваютъ со вставными ступенями, при чемъ вся внутренняя тетива замѣняется проходящимъ деревяннымъ столбомъ толщиною приблизительно въ 12″. На чертежахъ 1424 a и b на таб. 130 изображены планъ и фасадъ винтовой лѣстницы съ квадратнымъ планомъ.

Всѣ деревянныя лѣстницы можно подшивать снизу, или нижняя поверхность ихъ оставляется безъ подшивки.

3) **Чугунныя и желѣзныя лѣстницы.** Можно различать лѣстницы, при устройствѣ которыхъ чугунъ или желѣзо играетъ роль вспомогательнаго матеріала, какъ на пр. при каменотесныхъ лѣстницахъ на косоурахъ, или такія, которыя устраиваются исключительно изъ желѣза и чугуна.

Къ первой группѣ слѣдуетъ еще причислить лѣстницы, устроенныя изъ кирпичей и поддержанныя балочнымъ волнистымъ желѣзомъ.

Балочное волнистое желѣзо располагается подъ ступенями такъ, что волны его направлены по линіи всхода (Таб. 130, черт. 1425 и 1426) или перпендикулярно къ ней (Таб. 131, черт. 1427 и 1428). Въ первомъ случаѣ листъ балочнаго волнистаго желѣза упирается обоими концами въ балки изъ корытообразнаго или двутавроваго желѣза, служащія одновременно опорою для листовъ изъ балочнаго волнистаго желѣза, поддерживающихъ площадку. Въ данномъ примѣрѣ показано укрѣпленіе нижняго конца листа въ кирпичной кладкѣ, которое производится при помощи желѣзнаго уголка.

Въ другомъ случаѣ необходимы наклонныя балки, въ видѣ косоуровъ, изъ корытообразнаго или углового желѣза, упирающіяся нижнимъ и верхнимъ концами обыкновенно въ нижніе пояса двутавровой балки (Таб. 131, черт. 1429 и 1430). Край листа, обращенный къ стѣнѣ клѣтки, вдѣлывается въ послѣднюю (Таб. 131, черт. 1431) или упирается также въ наклонную желѣзную балку (Таб. 131, черт. 1427).

Лѣстницы исключительно изъ чугуна и желѣза устраиваются прямыми маршами, а еще чаще въ видѣ винтовыхъ лѣстницъ, такъ-какъ послѣднія требуютъ для своего помѣщенія мало пространства.

Ходьба по лѣстницамъ, проступи которыхъ состоятъ изъ чугуна или желѣза, довольно опасна, такъ-какъ онѣ легко становятся скользкими. Поэтому верхняя поверхность проступей непремѣнно должна быть снабжена нарѣзками или еще лучше сквозными вырѣзками, которыя слѣдуетъ возобновлять отъ времени до времени, смотря по надобности; или проступи дѣлаются изъ деревянныхъ досокъ, цементныхъ плитокъ или каменныхъ плитъ, какъ-то: изъ песчаника, мрамора и аспида и т. п.

Въ прежнее время чугунъ представилъ наиболѣе употребительный матеріалъ для металлическихъ лѣстницъ, но въ настоящее время этотъ матеріалъ все болѣе и болѣе выходитъ изъ употребленія, и лѣстницы устраиваются преимущественно изъ желѣза. Послѣднія прочнѣе чугунныхъ лѣстницъ, хотя и не такъ красивы. Части, служащія для скрѣпленія отдѣльныхъ частей чугунной лѣстницы, бываютъ желѣзныя.

На чертежѣ 1432 на таб. 131 представлена лѣстница старшей конструкціи, у которой проступь и подступенька отлиты вмѣстѣ изъ чугуна. Соединеніе смежныхъ ступеней производится помощью балясинъ, нижніе концы которыхъ снабжены винтовыми нарѣзками. Толщина частей ступеней составляетъ $^1/_2$".

Чертежъ 1433 на таб. 131 представляетъ винтовую лѣстницу, ступени которой, вмѣстѣ съ цилиндрическою частью, въ узкомъ концѣ ихъ отлиты изъ чугуна. На чертежѣ 1434 на таб. 131 показанъ способъ соединенія цилиндрическихъ частей двухъ смежныхъ ступеней. Кромѣ того, скрѣпляется еще каждая проступь съ подступенькою, упирающеюся въ нее, тремя болтами.

Иногда ступени винтовой лѣстницы соединяются между собою подобнымъ образомъ, какъ это показано на чертежѣ 1435 на таб. 131.

Чугунныя ступени можно также поддерживать тетивами, которыя въ настоящее время почти исключительно устраиваются изъ желѣза. На чертежахъ 1436 и 1437 на таб. 131 представлена лѣстница подобнаго вида съ деталью.

Лѣстница, показанная на чертежахъ 1438—1441 на таб. 132, различается отъ предыдущей только тѣмъ, что проступи ея состоятъ изъ досокъ, чѣмъ ходьба по ней становится удобнѣе. На чертежахъ 1442 и 1443 на таб. 132 изображена лѣстница изъ желѣза. Тетивы ея состоятъ изъ корытообразнаго желѣза ([), а проступи изъ досокъ, привинченныхъ къ уголкамъ, которые приклепаны къ тетивамъ.

Чертежи 1444, 1445 и 1446 на таб. 132 показываютъ лѣстницу съ тетивами и балками для поддерживанія площадки изъ двутавроваго желѣза.

Треугольныя части тетивъ составляются изъ треугольной вертикальной стѣнки изъ котельнаго желѣза и уголковъ. Подступеньки устраиваются изъ вертикальной стѣнки изъ котельнаго желѣза со сквозными вырѣзками, къ краямъ которой приклепываются уголки. Деревянныя проступи лежатъ на обрѣшеткѣ изъ полосового желѣза. Обрѣшетка иногда замѣняется листомъ изъ котельнаго желѣза.

Для предохраненія отъ ржавчины, чугунныя и желѣзныя лѣстницы снабжаются масляною окраскою.

Глава VIII.

ДВЕРИ И ОКНА.

1. Двери.

а. *Названіе дверей.* Смотря по назначенію помѣщеній въ зданіи, сообщаемыхъ дверями, различаются слѣдующія.

Наружныя двери, сообщающія сѣни съ улицею или дворомъ, или комнаты съ балкономъ, и внутреннія, служащія для сообщенія внутреннихъ помѣщеній зданія другъ съ другомъ.

Внутреннія двери подраздѣляются еще: на парадныя и заднія, если онѣ сообщаютъ комнаты съ переднею или черною лѣстницею, на комнатныя, если онѣ служатъ для сообщенія одной комнаты съ другою, или на чердачныя и подвальныя, смотря по тому, представляютъ ли онѣ сообщеніе черной лѣстницы съ чердакомъ или подваломъ, или подвальныхъ и чердачныхъ помѣщеній между собою.

б. *Размѣры дверей.* Отъ назначенія сообщаемыхъ помѣщеній другъ съ другомъ зданія зависятъ также размѣры дверей. Обыкновенно встрѣчаются одностворчатыя и двустворчатыя двери.

Ширина дверей жилыхъ помѣщеній принимается такъ, чтобы возможна была удобная переноска мебели черезъ нихъ. Для этой цѣли оказывается достаточною одностворчатая дверь шириною въ 3′ до $3^1/_2$′, и высотою въ 7′.

Двери общественныхъ помѣщеній дѣлаютъ двустворчатыми и даютъ имъ ширину отъ 4′ до 5′, а высоту отъ 8′ до 10′.

Для болѣе удобнаго сообщенія, створы

двустворчатыхъ дверей, шириною до 4½′ иногда дѣлаются неравными, причемъ узкій створъ остается затвореннымъ, и обыкновенно отворяется только широкій. У двустворчатой двери, шириною въ 4½′, широкій створъ имѣетъ ширину въ 3′, а узкій въ 1½′. Двустворчатымъ дверямъ шириною въ 5′ даютъ равные створы.

Устраиваютъ двери:

для большихъ залъ шириною въ 5′ до 7′,
" гостинныхъ и столовыхъ въ 4′ до 4′ 4″,
" кухонъ шириною въ . . . 3′ до 3½′,
" кладовыхъ и чулановъ въ . 2′ 3″ до 3′.

Высота послѣднихъ, маловажныхъ дверей должна быть не меньше 6′ 6″.

Наружныя парадныя в х о д н ы я двери дѣлаются обыкновенно шире и выше внутреннихъ дверей, такъ-какъ размѣры ихъ должны согласоваться съ украшеніемъ фасада; а именно: одностворчатыя наружныя дверы должны имѣть ширину въ 3½′ до 4′, а двустворчатыя въ 5′ до 8′.

Воротамъ для проѣзда даютъ ширину не меньше 9′, а высоту не меньше 10′.

в. *Составныя части дверей.* П р и т о л о к а м и называются выступающія части стѣны, ограждающія дверныя отверстія, къ которымъ прислоняются створы наружныхъ дверей.

Д в е р н ы м и о т к о с а м и называются боковыя плоскости, ограждающія дверныя отверстія.

Если притолоки и откосы состоятъ изъ одного куска камня или дерева, то эти куски камня или дерева называются к о с я к а м и.

Горизонтальная часть изъ дерева, ограничивающая дверное отверстіе сверху, называется п е р е к л а д и н о ю. Если верхнее ограниченіе дверного отверстія устраивается изъ кирпичей, въ видѣ прямой арки, то послѣдняя называется п е р е м ы ч к о ю, а если дверное отверстіе перекрыто аркою по какой-нибудь кривой, то эта арка называется д в е р н о ю а р к о ю. Если верхняя часть дверного отверстія состоитъ только изъ одного цѣльнаго камня, то она также называется п е р е к л а д и н о ю или а р х и т р а в о м ъ.

Нижняя горизонтальная часть дверного отверстія называется п о р о г о м ъ.

Площадь дверного отверстія между плоскостями, ограничивающими его со всѣхъ сторонъ, называется д в е р н ы м ъ п р о с в ѣ т о м ъ.

Украшеніе дверныхъ отверстій, состоящее изъ карнизовъ, фронтоновъ и пр., носитъ общее названіе с а н д р и к о в ъ.

Лицевыя грани косяковъ, выступающія изъ-за поверхности стѣны, называются н а л и ч н и к а м и.

Двери сами состоятъ изъ одного или двухъ щитовъ, называемыхъ с т в о р а м и или п о л о т н и щ а м и.

Если верхняя часть дверного отверстія устроена въ видѣ неподвижнаго окна, то она называется ф р а м у г о ю.

г. *Подраздѣленіе дверей.* По числу створовъ двери раздѣляются: на о д н о с т в о р ч а т ы я, п о л у т о р н ы я и д в у с т в о р ч а т ы я, по способу закрыванія и открыванія на с к л а д н ы я и р а з д в и ж н ы я, а по способу изготовленія дверныхъ полотнищъ: на п р о с т ы я п л о т н и ч н ы я или р ѣ ш е т ч а т ы я и щ и т о в ы я и на с т о л я р н ы я или ф и л е н ч а т ы я.

Двери устраиваются обыкновенно изъ дерева. Иногда деревянныя двери обиваются листовымъ желѣзомъ или двери дѣлаются цѣликомъ изъ желѣза.

Если двери служатъ одновременно для освѣщенія, то деревянныя двери устраиваются съ просвѣтами въ верхнихъ частяхъ ихъ, въ которые вставляются стекла.

Такимъ образомъ получаются: двери д е р е в я н н ы я, д е р е в я н н ы я, о б и т ы я ж е л ѣ з о м ъ, ц ѣ л ь н ы я м е т а л л и ч е с к і я и, наконецъ, с т е к л я н н ы я.

Если двери отдѣляютъ теплое помѣщеніе отъ холоднаго, то онѣ устраиваются двойными и навѣшиваются на двойныя закладныя рамы, связанныя между собою желѣзными скобами или деревянными ригелями, или, что обыкновенно встрѣчается, между двойными дверями располагается такъназываемая к о р о б к а изъ толстыхъ досокъ.

Если размѣры коробки превосходятъ толщину стѣны, то коробка называется **тамбуромъ**.

д. *Устройство дверей.*

а. *Плотничныя щитовыя и рѣшетчатыя двери.* Щиты полотнищъ для щитовыхъ дверей состоятъ изъ нѣсколькихъ чисто оструганныхъ досокъ толщиною отъ 1″ до 1½″, плотно прифугованныхъ кромками и соединенныхъ между собою въ притыкъ, въ четверть или въ шпунтъ.

Употребительнѣе всего бываютъ для маловажныхъ строеній щитовыя двери на шпонкахъ.

Щитовыя двери на шпонкахъ устраиваютъ, вынимая, на разстояніи приблизительно въ 9″ отъ верхняго и нижняго краевъ щита, поперекъ досокъ шпунты, глубиною отъ ¼″ до ½″, въ которые загоняютъ бруски, такъ-называемыя шпонки, толщиною въ 1½″ и шириною въ 4″ до 5″. Части шпонокъ, входящей въ шпунтъ, и самому шпунту даютъ, лучше всего, поперечное сѣченіе въ видѣ сковородня, ширина котораго уменьшается постоянно къ одному концу.

Одна шпонка загоняется справа налѣво, а другая слѣва направо. Между обѣими шпонками располагается еще раскосный брусокъ, не врубаемый въ доски, какъ шпонки, а прибиваемый къ нимъ только гвоздями (Таб. 132, черт. 1447 A B C D).

Часто и шпонки только прибиваются къ доскамъ гвоздями или привинчиваются къ нимъ щурупами.

Длина шпонокъ дѣлается всегда на 5″ меньше ширины полотнищъ. Шпонки находятся при наружныхъ дверяхъ всегда на внутренней сторонѣ ихъ.

Подобнымъ образомъ устраиваются полотнища двустворчатыхъ воротъ для сараевъ и пр. (Таб. 132, черт. 1448 A и B), при чемъ шпонки дѣлаются обыкновенно толщиною отъ 2″ до 2½″.

Къ шпонкамъ прикрѣпляются желѣзныя полосы, такъ-называемыя навѣсныя петли, при помощи которыхъ двери навѣшиваются на соотвѣтственные крючья, задѣланные въ кладку дверныхъ откосовъ (Таб. 132, черт. 1449 – 1456, и таб. 133, черт. 1457 и 1458) или въ косяки деревянныхъ стѣнъ (Таб. 133, черт. 1459).

Часть крюка, задѣланная въ стѣну, имѣетъ длину до 7″, смотря по величинѣ и вѣсу двери.

Крюкъ дѣлается высотою отъ 1½″ до 2″, съ поперечникомъ отъ 1″ до 2″. Длина и ширина навѣсныхъ петель зависитъ отъ ширины и вѣса створовъ дверей. Длина ихъ принимается отъ 1′ до 2′ 3″, ширина у крюка отъ 1¼″ до 1¾″, а толщина должна быть не меньше 3/16″.

Прикрѣпленіе навѣсныхъ петель къ шпонкамъ производится гвоздями и, кромѣ того, еще при помощи по крайней мѣрѣ одного болта.

Если у воротъ очень широкіе створы, то послѣдніе иногда устраиваются изъ сплоченныхъ досокъ на особомъ остовѣ изъ брусковъ, замѣняющихъ шпонки (Таб. 133, черт. 1460),

Остовъ составляется изъ стойки вращенія a и стойки притвора b, верхняго ригеля c и нижняго ригеля d, а въ случаѣ надобности — еще изъ средняго ригеля e. Верхній ригель соединяется раскоснымъ брускомъ f со стойкою вращенія, чѣмъ достигается выгодная передача вѣса створа на нее. Отдѣльныя части сопрягаются между собою шипомъ съ зубомъ и деревянными нагелями. Доски сплачиваются между собою, какъ при щитовыхъ дверяхъ, и прикрѣпляются къ остову гвоздями или щурупами.

Для вращенія полотнища, нижній конецъ стойки вращенія снабжается желѣзнымъ огругленнымъ стержнемъ a, такъ-называемымъ пятникомъ, вращающимся въ гнѣздѣ, такъ-называемомъ подпятникѣ (Таб. 133, черт. 1461) изъ чугуна b, который задѣлывается въ камень изъ гранита, лежащій на надежномъ фундаментѣ.

Это приспособленіе для вращенія полотнищъ имѣетъ тотъ недостатокъ, что углубленіе подпятника легко наполняется нечистотами, чѣмъ вращеніе полотнищъ очень затрудняется. Поэтому слѣдуетъ предпочитать приспособленіе, показанное на чер-

тежахъ 1462 и 1463 на таб. 133. Здѣсь, наоборотъ, округленный насталенный стержень a, задѣланный нижнимъ концомъ въ камень изъ гранита, входитъ въ соотвѣтственное углубленіе въ желѣзномъ приборѣ полотнища.

Верхній конецъ стойки вращенія обыкновенно выступаетъ за верхній край дверного полотнища и обдѣлывается въ видѣ цилиндра; на него надѣвается желѣзное кольцо, къ которому привариваются одна или двѣ желѣзныхъ полосы съ загнутыми концами, задѣлываемыхъ въ кладку стѣны (Таб. 133, черт. 1464 и 1465). Эти желѣзныя полосы удерживаютъ стойку вращенія въ опредѣленномъ и неподвижномъ положеніи.

Рѣшетчатыя двери. Если вышеописанныя ворота и двери, въ замѣнъ досокъ, обшиваются рѣшетинами, то получаются такъ-называемыя рѣшетчатыя двери или ворота. Рѣшетины дѣлаютъ обыкновенно толщиною въ $1\frac{1}{2}''$ и шириною въ $2''$, а располагаютъ ихъ въ надлежащемъ разстояніи другъ отъ друга.

Склеенныя щитовыя двери на шпонкахъ отличаются отъ щитовыхъ дверей съ прибитыми шпонками только тѣмъ, что доски не сплачиваются въ шпунтъ или четверть, а только въ притыкъ, и склеиваются между собою, шпонки же не прибиваются къ доскамъ гвоздями, а только вдвигаются въ сковороднеобразный шпунтъ.

Раскосные бруски обыкновенно не употребляются, а въ случаѣ употребленія ихъ, они прибиваются къ доскамъ гвоздями.

Такія двери, какъ наружныя, оказываются неудобными, такъ-какъ клей не можетъ сопротивляться сырости; поэтому онѣ находятъ примѣненіе только какъ внутреннія двери маловажныхъ строеній, равно какъ въ чердачныхъ и подвальныхъ помѣщеніяхъ.

β. *Двери съ двойными щитами.* Такъ называются полотнища дверей, состоящія изъ двойного ряда досокъ, прибитыхъ гвоздями другъ къ другу. Задняя часть такихъ дверей устраивается какъ щитовая дверь на шпонкахъ, къ которой прибиваются доски передней части, ширина которыхъ принимается отъ $6''$ до $9''$. Доски передней части располагаются такъ, чтобы швы обоихъ щитовъ перекрещивались. При этомъ поступаютъ обыкновенно слѣдующимъ образомъ: сперва прибиваютъ къ заднему щиту, вокругъ его, доски, въ видѣ рамы, а затѣмъ внутри рамы горизонтальныя (Таб. 133, черт. 1466 и 1467) или наклонныя (Таб. 133, черт. 1468) доски, или начинаютъ прибавить доски въ углахъ треугольными кусками и оканчиваютъ въ серединѣ квадратнымъ кускомъ (Таб. 133, черт. 1469).

Доски передняго щита чисто острагиваются и сплачиваются въ закрой или въ шпунтъ. Часто онѣ снабжаются профилью или придаютъ имъ жалюзiобразную форму.

Такія двери бываютъ весьма прочны, но очень тяжелы и требуютъ много дерева и крѣпкаго желѣзнаго прибора, поэтому онѣ обходятся очень дорого и рѣдко устраиваются.

γ. *Двери съ жалюзiобразными полотнищами.* Полотнища такого вида состоятъ изъ рамы, горизонтальныя и вертикальныя части которой часто еще скрѣпляются вертикальными или горизонтальными брусками, такъ-называемыми средниками. Въ рамѣ вынимается шпунтъ (Таб. 133, черт. 1470) или фальцъ (Таб. 133, черт. 1471), въ которые вставляются дощечки, обдѣланныя въ видѣ жалюзи. Швы между дощечками и рамою покрываются въ послѣднемъ случаѣ узкими брусками, прибиваемыми гвоздями къ рамѣ.

Жалюзiобразнымъ дощечкамъ даютъ толщину въ $1''$ до $1\frac{1}{2}''$, а ширину въ $5''$ до $7''$.

Рама бываетъ шириною отъ $4''$ до $5\frac{1}{2}''$, смотря по ширинѣ и высотѣ полотнищъ, а толщина ея зависитъ отъ ширины полотнища и составляетъ:

$1''$ при ширинѣ полотнища въ $2'$ до $2'\,6''$,
$1\frac{1}{4}''$ „ „ „ „ $2'\,6''$ до $3''$,
$1\frac{1}{2}''-2''$ при шир. „ „ $3'$ до $4'\,3''$.

Рамы входныхъ дверей дѣлаются всегда толщиною въ $1\frac{3}{4}''$ до $1\frac{1}{2}''$.

Двери съ жалюзiобразными плотнищами также устраиваются почти исключительно лишь для маловажныхъ строенiй.

Полотнища такого рода обыкновенно навѣшиваются на дверные крюки посредствомъ угловыхъ навѣсныхъ петель (Таб. 133, черт. 1472) или лапочныхъ петель (Таб. 133, черт. 1473).

δ. *Столярныя филенчатыя двери.* Столярныя филенчатыя двери устраиваются вездѣ, гдѣ требуется отъ дверей плотный затворъ, легкость, подвижность и красивый видъ.

Полотнища филенчатыхъ дверей состоятъ изъ рамы, называемой обвязкою, раздѣленной, смотря по величинѣ полотнищъ, вертикальными и часто также горизонтальными брусками, такъ-называемыми средниками. Въ поляхъ, образуемыхъ обвязкою и средниками, вставляются тонкiе досчатые щиты, такъ-называемыя филенки.

Для этой цѣли вынимаются во внутреннихъ кромкахъ обвязки и средниковъ шпунты, въ которые впускаются гребни филенокъ такъ, чтобы онѣ свободно могли двигаться въ нихъ.

Обвязки выдѣлываются, по возможности, изъ цѣлыхъ досокъ. При изготовленiи филенокъ слѣдуетъ избѣгать слишкомъ большихъ размѣровъ по ширинѣ, такъ-какъ послѣдняя при усыханiи дерева значительно уменьшается. Выгоднѣе всего оказывается ширина филенокъ не больше 1′.

Смотря по числу филенокъ, филенчатыя дверныя полотнища носятъ названiе двух-, трех-, четырех- и т. д. филенчатыхъ полотнищъ или объ одномъ, двутъ, трехъ и т. д. средникахъ (Таб. 133, черт. 1474 a—f).

Чѣмъ больше число филенокъ, тѣмъ крѣпче будетъ дверное полотнище.

При полотнищахъ съ вертикальнымъ средникомъ, послѣднiй дѣлается изъ цѣлой доски, въ которую впускаются горизонтальные средники короткимъ шипомъ.

Обвязки и средники бываютъ шириною въ 4″ до 6″ и толщиною въ $1^1/_2$″ до 2″, а иногда даже въ 3″

Нижняя горизонтальная часть обвязки дѣлается обыкновенно шире, и даютъ ей наклеенными на нее узкими досками видъ цоколя.

Соединенiе горизонтальныхъ частей обвязки съ вертикальными производится на углахъ въ одинъ (Таб. 133, черт. 1475) или въ два (Таб. 133, черт. 1476) шипа, толщина которыхъ составляетъ $^1/_3$ толщины обвязки.

Средники соединяются съ обвязкою обыкновеннымъ шипомъ со срѣзанными кромками (Таб. 133, черт. 1477) или въ видѣ сковородня съ заклинкою клиньями (Таб. 133, черт. 1478).

Сверхъ того, составныя части обвязки склеиваются между собою, а средники съ обвязкою.

Внутреннiе края обвязки и средниковъ обдѣлываются разнообразными обломами, такъ-называемыми калевками, при чемъ профили выдѣлываются въ видѣ цѣльныхъ калевокъ (Таб. 133, черт. 1479—1471), или съ одной стороны въ видѣ цѣльной, а съ другой въ видѣ окладной калевки (Таб. 133, черт. 1482), или съ обѣихъ сторонъ въ видѣ окладной калевки (Таб. 134, черт. 1483), или въ видѣ цѣльной калевки, помѣщенной между обвязкою и филенкою (Таб. 134, черт. 1484), при чемъ филенка впускается не въ обвязку, а въ калевку.

Цѣльныя и окладныя калевки соединяются между собою въ усъ.

Въ предыдущемъ показаны филенчатыя двери со вставными филенками.

Для большой крѣпости наружныя двери устраиваются иногда съ такъ-называемыми накладными филенками. При этомъ гребни обвязки входятъ въ шпунты, вынутые въ кромкахъ филенокъ, между тѣмъ какъ послѣднiя впускаются гребнемъ въ шпунтъ обвязокъ (Таб. 134, черт. 1485).

При очень широкихъ дверяхъ и воротахъ обвязка располагается двойною или тройною. Такимъ образомъ увеличивается жесткость полотнища, и получаются филенки меньшихъ размѣровъ.

Прикрѣпленiе дверныхъ полотнищъ къ стѣнамъ. Дверныя плотнища прикрѣпляются къ каменнымъ стѣнамъ слѣдующимъ образомъ.

1) При простыхъ щитовыхъ дверяхъ для подваловъ, хлѣвовъ и пр. дверное отверстіе снабжается притолокою, къ которой прислоняется дверь (Таб. 134, черт. 1486 и 1487). Дверь располагается иногда передъ стѣною безъ притолоки.

2) При входныхъ дверяхъ, для которыхъ требуется болѣе плотный затворъ, прикрѣпляется посредствомъ желѣзныхъ закрѣпъ къ притолокѣ деревянная дверная коробка, въ которой, для принятія полотнищъ, вынута четверть или фальцъ (Таб. 134, черт. 1488). Если у дверныхъ отверстій маловажныхъ строеній нѣтъ притолокъ, то необходима деревянная дверная коробка изъ толстыхъ досокъ (Таб. 134, черт. 1489).

3) Для прикрѣпленія внутреннихъ дверей къ стѣнамъ закладываются въ послѣднихъ, при возведеніи ихъ, куски изъ толстыхъ деревянныхъ досокъ, такъ-называемыя кобылки иногда съ трапецоидальнымъ поперечнымъ сѣченіемъ, длина которыхъ равняется толщинѣ стѣны, сложенной съ толщиною штукатурки ея (Таб. 134, черт. 1490). Къ этимъ кобылкамъ прибивается гвоздями обшивка дверныхъ откосовъ, состоящая изъ филенчатыхъ или досчатыхъ щитовъ, и наличники, къ которымъ прикрѣпляются дверныя петли.

Для маленькихъ дверей располагаются 3 кобылки, а для большихъ 4 или 5 кобылокъ. Верхнее ограниченіе дверныхъ отверстій образуется толстою доскою въ 2½″ до 3″ толщины, занимающею всю толщину стѣны, при чемъ опора ея составляетъ въ 3″ до 4″. Стѣна надъ отверстіемъ ограничивается снизу аркою, чтобы доска не была нагружена. При толстыхъ стѣнахъ употребляется нѣсколько досокъ шириною отъ 8″ до 10″, расположенныхъ другъ возлѣ друга. Доски укладываются непосредственно передъ началомъ штукатурныхъ работъ.

Промежутокъ между доскою и аркою заполняется обыкновенною кирпичною кладкою или закрывается по обѣимъ сторонамъ кирпичами, поставленными на ребро.

Дверной порогъ прикрѣпляется къ двумъ кускамъ дерева, вдѣланнымъ въ кладку при помощи гипсоваго раствора, непосредственно передъ вставленіемъ дверей.

Порогъ располагается при внутреннихъ дверяхъ обыкновенно въ уровень съ полами соединяемыхъ комнатъ, и только для отдѣленія холодныхъ помѣщеній отъ теплыхъ, порогъ возвышается приблизительно на ½″ надъ поверхностью пола.

4) Чаще всего примѣняются для прикрѣпленія внутреннихъ дверей къ стѣнѣ дверныя коробки изъ досокъ толщиною въ 2½″ до 3″ или изъ брусковъ толщиною въ 4″ до 5″.

Коробки изъ толстыхъ досокъ примѣняются только при стѣнахъ толщиною въ 1 кирпичъ. Онѣ представляютъ раму изъ двухъ горизонтальныхъ и двухъ вертикальныхъ досокъ (Таб. 134, черт. 1491). Концы верхней части коробки, представляющей дверную перекладину, и порогъ задѣлываются въ стѣну. Кромѣ того, вертикальныя доски скрѣпляются со стѣною желѣзными связами. У маловажныхъ строеній коробки изъ толстыхъ досокъ оставляются часто безъ обшивки и поэтому должны быть гладко остроганы на видной сторонѣ; обыкновенно же онѣ обшиваются филенчатыми или тонкими досчатыми щитами.

Коробки изъ брусковъ толщиною въ 4″ до 5″ примѣняются при стѣнахъ, толщина которыхъ не меньше 1½ кирпича (Таб. 134, черт. 1492). Они состоятъ изъ двухъ пороговъ и перекладинъ, четырехъ стоекъ и двухъ паръ ригелей, число которыхъ увеличивается при очень толстыхъ стѣнахъ на три.

Третья пара располагается такъ, чтобы она могла служить опорою для третьей перекладины, иногда вставляемой между уже имѣющимися.

Пороги, стойки и ригеля плотно закладываются въ стѣну, одновременно съ возведеніемъ ея. Надъ перекладиною устраивается арка. Коробки изъ брусковъ всегда обшиваются филенчатыми или досчатыми щитами (Таб. 134, черт. 1493).

На чертежѣ 3 на таб. 135 показано прикрѣпленіе дверной рамы для простой двери, а на чертежѣ 4 на таб. 135 для двойной двери въ фахверковыхъ стѣнахъ.

На чертежѣ 6 на таб. 135 представлена двойная дверь въ стѣнѣ изъ сруба.

При деревянныхъ стѣнахъ коробки могутъ быть замѣнены дверными косяками и перекладиною, въ которыхъ вынимается четверть или фальцъ для затвора двери (Таб. 134, черт. 1494 и 1495).

Швы между коробкою и стѣною задѣлываются, при наружныхъ дверяхъ, войлокомъ или гипсовымъ растворомъ и, сверхъ того, закрываются при всѣхъ дверяхъ еще по бокамъ и сверху двер-

ного отверстія деревянными рамами съ профилью, такъ-называемыми **наличниками**.

Наличники прибиваются, лучше всего, къ брускамъ, толщиною, равной толщинѣ слоя штукатурки (Таб. 134, черт. 1493 и 1496).

Чертежъ 1497 на таб. 134 показываетъ прикрѣпленіе наличниковъ безъ помощи брусковъ при фахверковыхъ стѣнахъ съ штукатуркою.

Въ этомъ случаѣ задняя кромка наличниковъ скашивается, чтобы швы между наличниками и штукатуркою не были видны. Четверть или фальцъ для плотнаго затвора створовъ образуется при внутреннихъ дверяхъ, лучше всего, наличникомъ и обвязкою филенчатаго щита, которымъ обшиты дверные откосы.

Въ простыхъ жилыхъ домахъ часто устраиваются внутри дверныхъ отверстій досчатыя коробки безъ обшивки филенчатыми щитами, занимающія только часть ширины откосовъ. Въ этомъ случаѣ швы между стѣною и коробкою закрываются съ одной лишь стороны наличниками, а съ другой одною штукатуркою.

Въ коробкахъ, которымъ даютъ обыкновенно ширину въ 7″, вынимаютъ четверть для затвора дверей. Такія досчатыя коробки иногда закладываются въ стѣнѣ въ серединѣ откосовъ и тогда оставляются безъ наличниковъ.

Для плотнаго соединенія обоихъ створовъ двустворчатыхъ дверей, кромки обвязокъ дверныхъ полотнищъ, прилегающихъ другъ къ другу, скашиваются наискось, или кромки ихъ соединяются между собою въ четверть. Такимъ образомъ образуется такъ-называемый **притворъ**.

Между обоими створами оставляется небольшой запасъ, закрываемый вертикальною рейкою. Такія рейки имѣютъ, при внутреннихъ дверяхъ, ширину оъ $1^1/_2$″ до $2^1/_2$″ и толщину отъ $^3/_4$″ до $1^1/_2$″, а при входныхъ дверяхъ и воротахъ ширину до 5″ и толщину до 4″.

При двустворчатыхъ дверяхъ со створами равной ширины, рейка располагается по серединѣ дверного отверстія (Таб. 134, черт. 1499 и 1500), а при такъ-называемыхъ полуторныхъ дверяхъ со створами неравной ширины, располагаются для болѣе красиваго вида двѣ рейки симметрично (Таб. 136, черт. 1501).

Если устраиваютъ двери съ такъ-называемою **фрамугою** или **оберъ-лихтомъ**, то, для отдѣленія верхней меньшей, обыкновенно неподвижной части двери отъ нижней большей части, собственно двери, располагаютъ перекладину, такъ-называемый **импостъ**. На чертежахъ 1502 A и B на таб. 136 показаны вертикальные разрѣзы двухъ импостовъ, изъ которыхъ первый состоитъ изъ цѣлаго куска, а второй изъ 2 частей.

Приспособленія для вращенія филенчатыхъ дверныхъ полотнищъ съемныя петли.

Для вращенія филенчатыхъ дверныхъ полотнищъ примѣняются почти исключительно такъ-называемыя **съемныя петли**, видъ и разрѣзъ которыхъ представлены на чертежахъ 1503 и 1504 на таб. 136.

Размѣры этихъ петель зависятъ отъ вѣса дверныхъ полотнищъ. Высота петель для внутреннихъ дверей составляетъ обыкновенно отъ $4^1/_2$″ до 6″, а для тяжелыхъ дверей и воротъ до 12″. Съемныя петли состоятъ изъ двухъ пластинокъ или лапъ a и b, одинъ край которыхъ свернутъ въ видѣ трубки.

Въ трубкѣ нижней пластинки b укрѣпляется стержень, который выступаетъ за верхній конецъ и на который надѣвается трубка верхней пластинки a. Въ послѣдней трубкѣ можетъ укрѣплять короткій стержень такой длины, чтобы трубки не соприкасались и чтобы между ними остался запасъ. Иногда располагается между трубками кольцо изъ стали или бронзы. Соприкасающіеся концы обоихъ стержней округляются и насталиваются, чтобы они не слишкомъ скоро обтирались.

Поперечникъ трубокъ со стержнемъ дѣлается отъ $^3/_4$″ до 1″, а пластинкамъ даютъ ширину отъ $2^1/_4$″ до $2^3/_4$″ и высоту отъ $2^1/_4$″ до 4″, при толщинѣ ихъ отъ $^1/_8$″ до $^3/_{16}$″. Для тяжелыхъ входныхъ дверей и воротъ размѣры съемныхъ петель дѣлаются гораздо больше, смотря по вѣсу дверныхъ полотнищъ.

Нижняя пластинка привинчивается къ косяку дверного отверстія, а верхняя къ обвязкѣ полотнища (Таб. 136, черт. 1505), для какой цѣли пластинки снабжены отверстіями для щуруповъ, или верхняя пластинка вдалбливается въ обвязку дверного полотнища, а нижняя перпендикулярно въ дверной наличникъ (Таб. 136, черт. 1506 и 1507), или она привинчивается къ послѣднему (Таб. 136, черт. 1508 и 1509). Пластинки укрѣпляются сквозными штифтами или щурупами. При дверяхъ обыкновенныхъ размѣровъ каждое полотнище снабжается двумя съемными петлями, и только при

высокихъ и тяжелыхъ полотнищахъ располагаются по три петли.

Для тяжелыхъ входныхъ дверей рекомендуются съемныя петли съ тремя пластинками (Таб. 136, черт. 1510), изъ которыхъ верхняя и нижняя прикрѣпляются къ дверной коробкѣ, а средняя къ обвязкѣ полотнища.

Въ трубкѣ пластинокъ проходитъ шпенекъ, около котораго вращается полотнище. Петли такого вида весьма облегчаютъ сниманіе и навѣшиваніе дверныхъ полотнищъ и доставляютъ равномѣрное вращеніе послѣднихъ.

Шарнирныя петли примѣняются при очень легкихъ дверяхъ, внутреннихъ ставняхъ и проч. Пластинки соединяются одна съ другою проходящимъ въ ушко ихъ шпенькомъ (Таб. 136, черт. 1511 и 1512).

Двери, вращающіяся внутрь и наружу, снабжаются петлями съ двумя точками вращенія, какъ это представлено на чертежѣ 1513 на таб. 136. Одна пластинка привинчивается у b щурупами къ обвязкѣ полотнища a, а другая у c къ дверному косяку d. Такимъ образомъ получаются двѣ точки вращенія, соединенныя подвижною пластинкою gf.

Если полотнище вращается около токчи f, то средняя пластинка прилегаетъ къ обзязкѣ его.

При стеклянныхъ дверяхъ филенки замѣняются стеклами, вставляемыми въ обвязку и средники дверного полотнища.

Раздвижныя двери устраиваются какъ наружныя входныя и какъ внутреннія.

При дверяхъ такого рода оба полотнища двустворчатой двери расходятся или раздвигаются въ противоположныя стороны.

При наружныхъ дверяхъ или воротахъ полотнища расположены передъ стѣною или раздвигаются въ углубленіяхъ, оставленныхъ въ стѣнѣ, обыкновенно на внутренней сторонѣ ея.

На чертежахъ 1514 и 1515 на таб. 136 представленъ примѣръ наружныхъ раздвижныхъ воротъ, устройство которыхъ ясно изъ чертежа. Нижній край полотнищъ снабжается тавровымъ желѣзомъ, двигающимся въ пазѣ, образуемомъ двумя уголками, или вертикальная сторона угольника a, продолженная внизъ, впускается въ пазъ и двигается въ немъ (Таб. 136, черт. 1516 и 1517).

Каждое полотнище двигается, при помощи двухъ катковъ, по дверному рельсу изъ полосового желѣза, поддержанному желѣзною полосою, поставленною на ребро и задѣланною въ стѣну. Само собою разумѣется, что можно устраивать раздвижныя двери также одностворчатыми.

Внутреннія раздвижныя двери раздвигаются въ пазахъ, оставленныхъ въ стѣнѣ, для какой цѣли послѣднія должны имѣть надлежащую толщину. На чертежахъ 1518—1520 на таб. 136 показано устройство двери такого рода, что станетъ понятнымъ безъ объясненій.

Дверные приборы для запиранія дверей. Простѣйшія приспособленія для запиранія дверей, употребляемыя преимущественно при маловажныхъ строеніяхъ, какъ-то: сельскохозяйственныхъ строеніяхъ (хлѣвахъ, сараяхъ и пр.), представляютъ кручья (Таб. 137, черт. 1521), задвижки и щеколды (Таб. 137, черт. 1522 A, B и C). Щеколды, показанныя на предыдущихъ чертежахъ, снабжаются приспособленіемъ, посредствомъ котораго возможно, отпирать и запирать дверь съ обѣихъ сторонъ. Часто примѣняются щеколды съ подъемною ручкою, съ фалею или язычкомъ, съ ключемъ и подъемною ручкою. Въ послѣднемъ случаѣ дверь отпирается съ одной стороны при помощи подъемной ручки, а съ другой только помощью ключа.

Наиболѣе употребительны для запиранія дверей задвижки. Различаютъ продольныя, поперечныя и, сверхъ того, еще врѣзныя и наружныя задвижки. Врѣзныя продольныя задвижки примѣняются обыкновенно тогда, когда одинъ изъ створовъ двустворчатой двери остается запертымъ. Одна задвижка располагается внизу, а другая вверху края дверного полотнища. Верхняя задвижка дѣлается обыкновенно длиннѣе нижней (Таб. 137, черт. 1523 A и B и 1524 A и B).

Наружныя продольныя задвижки примѣняются обыкновенно при дверныхъ полотнищахъ съ тонкими обвязками или при очень тяжелыхъ полотнищахъ входныхъ дверей и воротъ (Таб. 137, черт. 1525 A и B и 1526 A и B).

Наружная поперечная задвижка служитъ также для затвора дверей (Таб. 137, черт. 1527 A и B).

Иногда привѣшивается къ поперечной задвижкѣ висячій замокъ. Для этой цѣли конецъ задвижки снабжается проушиною, сквозь которую проходитъ висячая душка замка. Конецъ задвижки прохо-

дитъ или сквозь наружную скобу или входитъ въ гнѣздо, врѣзанное въ дверной косякъ.

Замки. Различаютъ замки висячіе, ящичные и врѣзные.

Висячіе замки привѣшиваются душкою къ такъ-называемому пробою, вбитому въ дверной косякъ, между тѣмъ какъ къ дверному полотницу прикрѣпляется желѣзная полоса, такъ-называемая наметка или накидка, съ надлежащимъ отверстіемъ, черезъ которое проходитъ пробой.

Ящичные замки прикрѣпляются къ поверхности дверного полотнища или щита. Дѣйствующій механизмъ помѣщенъ при такихъ замкахъ въ ящикѣ изъ желѣза.

Врѣзные замки врѣзываются въ обвязку дверного полотнища.

Встрѣчаются таковіе, поверхность которыхъ совпадаетъ съ поверхностью обвязки и которые видны снаружи, и глухіе, обѣ поверхности которыхъ не видны.

Личинка врѣзныхъ замковъ, съ отверстіями для замковой задвижки и язычковъ и щеколдъ, привинчивается къ краю полотнища щурупами съ утопленными головками.

2. Окна.

Окна представляютъ отверстія въ стѣнахъ зданія, служащія для освѣщенія и часто также для вентиляціи помѣщеній. Размѣры оконъ зависятъ отъ назначенія освѣщаемыхъ помѣщеній, а форма ихъ преимущественно отъ архитектуры зданія.

Вообще оконныя отверстія въ сѣверныхъ странахъ дѣлаются больше, чѣмъ въ южныхъ. Можно полагать на каждую кубическую сажень жилого помѣщенія отъ $^1/_{10}$ до $^1/_{15}$ квадратной сажени. Окна учебныхъ заведеній, фабрикъ, хлѣвовъ и пр. не подчиняются этому правилу.

Различаютъ створчатыя и подъемныя окна.

a. *Створчатыя окна* дѣлаются въ жилыхъ помѣщеніяхъ въ нижней своей части обыкновенно двустворчатыми, а именно шириною въ свѣту отъ 3′ до 4′ 4″.

Если нижняя часть оконъ устраивается трехстворчатою, то ширина послѣднихъ составляетъ отъ 5′ до 8′ 3″, а высота ихъ зависитъ отъ высоты этажа.

При опредѣленіи высоты оконныхъ отверстій слѣдуетъ имѣть въ виду, чтобы разстояніе внутренняго подоконника отъ пола составляло въ жилыхъ помѣщеніяхъ отъ 2$^1/_2$′ до 3′, а верхнее ограниченіе оконныхъ отверстій, представляющее перекладину, перемычку или арку, имѣло достаточную толщину для надежнаго поддерживанія балокъ, упирающихся въ нихъ. Для этой цѣли толщина въ 1′ до 1′ 4″ оказывается достаточною. Весьма употребительно отношеніе ширины окна къ высотѣ его бываетъ 1 : 2.

Для равномѣрнаго освѣщенія, оконныя отверстія дѣлаются равной формы и величины и располагаются на равномъ разстояніи другъ отъ друга.

Расположеніе оконъ въ разныхъ этажахъ должно быть такое, чтобы вертикальныя оси оконъ, лежащихъ другъ надъ другомъ, находились въ одной вертикали. Горизонтальная площадь простѣнковъ должна быть столь велика, чтобы они могли выдерживать нагрузку надъ ними лежащей части постройки.

Для болѣе удобнаго доступа къ окнамъ, каменныя подоконныя стѣнки обыкновенно дѣлаются тоньше простѣнковъ.

Для лучшаго распространенія свѣта въ помѣщеніяхъ, боковымъ плоскостямъ иногда даютъ откосы или разсвѣтъ. При окнахъ, находящихся на значительной высотѣ надъ поломъ, нижнее ограниченіе оконныхъ отверстій, такъ-называемый подоконникъ, снабжается по той же причинѣ откосомъ.

Откосы, перемычка или арка и подоконникъ оконныхъ отверстій въ каменныхъ или кирпичныхъ стѣнахъ снабжаются выступомъ, такъ-называемымъ оконною притолокою, обращенною къ отверстію. Къ этой притолокѣ прислоняется оконная рама, укрѣпляемая въ мѣстѣ желѣзными закрѣпами.

На чертежахъ 1528 A—D на таб. 137 показано расположеніе притолокъ, которыя при погребныхъ окнахъ дѣлаются въ $^1/_2$ кирпича ширины и въ 1 кирпичъ толщины, а при остальныхъ окнахъ въ $^1/_4$ кирпича ширины и въ $^1/_2$ кирпича толщины. Если откосы и притолоки состоятъ изъ одного

куска камня или дерева, то эти куски называются **оконными косяками.**

Створчатыя окна состоятъ изъ **оконныхъ створовъ.** Каждый створъ состоитъ изъ **оконнаго переплета** со стеклами и привѣшивается для болѣе плотнаго затвора къ оконной рамѣ. Послѣдняя выдѣлывается обыкновенно изъ сосноваго или дубоваго дерева.

Чугунныя или желѣзныя рамы употребляются только въ исключительныхъ случаяхъ для заводскихъ, желѣзнодорожныхъ и пр. зданій.

Смотря по способу прикрѣпленія оконной рамы къ стѣнѣ, различаются **прислонныя и закладныя рамы.**

Прислонныя рамы плотно прижимаются при обыкновенной кирпичной кладкѣ къ притолокамъ посредствомъ желѣзныхъ закрѣпъ (Таб. 137, черт. 1529), а при кладкѣ изъ естественнаго камня при помощи болтовъ съ гайками (Таб. 137, черт. 1530). Ширина оконной рамы зависитъ отъ ширины притолоки и дѣлается равною послѣдней, или оконная рама выступаетъ за край притолоки приблизительно на 1″. Ширина оконной рамы составляетъ обыкновенно отъ 2¾″ до 4″, при толщинѣ ея отъ 1¾″ до 1⅞″. При окнахъ необыкновенной величины, размѣры рамы дѣлаются еще больше. Щели между рамою и стѣною тщательно законопачиваются или заполняются известковымъ растворомъ съ примѣсью телячьяго волоса. Съ внутренней стороны щели закрываются, сверхъ того, еще гальтелью.

Закладныя оконныя рамы закладываются въ стѣнѣ во время возведенія послѣдней. Закладныя рамы устраиваются преимущественно въ Россіи и выдѣлываются изъ семидюймовыхъ брусьевъ, если онѣ служатъ для принятія двойныхъ оконныхъ переплетовъ (Таб. 147, черт. 1531 и 1532). Для предохраненія отъ гніенія, оконныя рамы осмаливаются и обиваются войлокомъ. Закладныя рамы могутъ повреждаться при производствѣ кладки стѣнъ, и перемѣна ихъ весьма затруднительна.

Оконныя отверстія въ **деревянныхъ стѣнахъ, срубленныхъ изъ горизонтальныхъ бревенъ,** обдѣлываются, какъ извѣстно, **двумя косяками, перекладиною и подушкою.** Эти части, въ совокупности, представляютъ оконную раму и снабжаются четвертями или фальцами для принятія одиночныхъ (Таб. 137, черт. 1533) или двойныхъ переплетовъ (Таб. 137, черт. 1534—1536). При расположеніи четвертей по чертежу 1536 на таб. 137, оба оконныхъ переплета могутъ отворяться внутрь комнатъ, а при расположеніи ихъ по чертежамъ 1534 и 1535 на таб. 137, такъ-называемые зимніе переплеты отворяются наружу и такъ-называемые лѣтніе внутрь комнатъ. Размѣры косяковъ и пр. зависятъ отъ толщины бревенъ и отъ того, обшивается ли стѣна досками или нѣтъ.

На чертежахъ 5 и 7 на таб. 135 показаны два примѣра для устройства двойныхъ переплетовъ въ стѣнахъ, срубленныхъ изъ горизонтальныхъ бревенъ.

При деревянныхъ фахверковыхъ стѣнахъ, для принятія оконныхъ рамъ, вынимается фальцъ или четверть въ стойкахъ и ригеляхъ, ограничивающихъ оконныя отверстія (Таб. 137, черт. 1537), или устраиваютъ особыя коробки изъ гладко остроганныхъ досокъ съ наличниками (Таб. 137, черт. 1538).

Иногда коробка или дверная рама составляется изъ двухъ (Таб. 135, черт. 1) или изъ трехъ частей (Таб. 135, черт. 2).

На чертежахъ 1539 и 1540 на таб. 137 показано расположеніе частей у подоконника. При двойныхъ переплетахъ вставляются двѣ оконныхъ рамы, для которыхъ вынимаются въ стойкахъ, перекладинѣ и подоконникѣ надлежащіе фальцы или четверти.

При небольшихъ окнахъ, оконная рама состоитъ только изъ одной обвязки, т.-е. части ея расположены только по обводу просвѣта; при большихъ же окнахъ просвѣтъ подраздѣляется вертикальными стойками, соразмѣрно числу створовъ. Смотря по числу створовъ, различаютъ **одно-**

створчатыя, двустворчатыя, трехстворчатыя и т. д. окна.

У двухстворчатыхъ оконъ одна лишь стойка (Таб. 137, черт. 1541) или только одинъ средникъ (Таб. 137, черт. 1542).

Для трех- и четырехстворчатыхъ оконъ бываетъ также уже достаточенъ одинъ средникъ (Таб. 137, черт. 1543), но часто просвѣтъ такихъ оконъ подраздѣляется средникомъ и стойкою (Таб. 138, черт. 1544). Стойка можетъ быть неподвижною или отворяющеюся. Въ послѣднемъ случаѣ стойка представляетъ притворъ, прикрѣпленный къ оконному переплету. Если переплетъ вверху средника глухой, т.-е. если образуется такъ-называемая фрамуга, то стойка въ этой части совсѣмъ пропускается. Неподвижныя стойки весьма неудобны для двустворчатыхъ оконъ жилыхъ помѣщеній, такъ-какъ онѣ при раскрываніи оконъ мѣшаютъ видѣть наружные предметы.

Средникъ всегда соединенъ съ оконною рамою.

На чертежѣ 1543 на таб. 137 представлено трехстворчатое окно со стойкою, прикрѣпленною въ видѣ притвора къ переплету, на чертежѣ 1544 на таблицѣ 138 трехстворчатое окно съ неподвижною стойкою, на чертежѣ 1545 на таблицѣ 138 четырехстворчатое окно со стойкою въ видѣ притвора и, наконецъ, на чертежѣ 1546 на таблицѣ 138 четырехстворчатое окно съ неподвижными стойками.

Средникъ располагается обыкновенно такъ, чтобы верхняя часть окна составляла отъ $^2/_7$ до $^1/_3$ всей высоты окна.

Подраздѣленіе просвѣта по чертежу 1547 на таблицѣ 138 примѣняется для особенно большихъ оконъ фабричныхъ зданій, мастерскихъ и т. п. На чертежахъ 1548—1550 на таблицѣ 138 показано подраздѣленіе оконъ, верхнее ограниченіе которыхъ образуется аркою.

Иногда средникъ, для принятія лѣтнихъ, т.-е. внутреннихъ переплетовъ, пропускается, и для этой цѣли вынимается четверть въ нижней горизонтальной части верхняго глухого переплета, такъ-называемой фрамуги.

Окна, высота которыхъ меньше ширины, называются поперечными или лежачими окнами. Окна подобнаго рода примѣняются преимущественно для освѣщенія хлѣвовъ и располагаются какъ можно ближе къ потолку. Устройство лежачихъ оконъ ни въ чемъ не отличается отъ устройства предыдущихъ оконъ; они дѣлаются или съ глухими переплетами или съ отворяющимися, смотря по тому, имѣется ли достаточная вентиляція въ хлѣвахъ или нѣтъ.

Оконные створы состоятъ изъ рамы или обвязки, такъ-называемаго оконнаго переплета, заполненнаго стекломъ, а если заполненіе производится нѣсколькими стеклами, то створъ подраздѣляется еще горбылями.

Толщина оконныхъ переплетовъ дѣлается не меньше толщины оконныхъ рамъ и составляетъ поэтому обыкновенно $1^3/_4''$ до $1^7/_8''$, а у оконъ большей высоты до $2^1/_4''$, при ширинѣ отъ 2″ до $3^1/_4''$.

Толщина горбылей равняется обыкновенно толщинѣ переплета, а ширина дѣлается въ 1″. Для вставки стеколъ вынимается въ переплетѣ и горбыляхъ фальцъ, находящійся на наружной сторонѣ створа.

На чертежахъ 1551 a, b и c на таб. 138 показанъ горизонтальный разрѣзъ черезъ горбыли одинаковой толщины съ толщиною переплета и на чертежахъ 1552 a, b и c на таб. 138 такой же разрѣзъ черезъ горбыли, толщина которыхъ меньше толщины переплета.

Переплеты входятъ въ фальцы оконной рамы. Фальцы различной формы, вынутые въ вертикальныхъ частяхъ рамъ, показаны на чертежахъ 1529 и 1530 на таб. 137 и 1553 и 1554 на таб. 138. Поверхности фальца, имѣющія въ планѣ горизонтальное положеніе, плотно прилегаютъ другъ къ другу и производятъ затворъ; а между вертикальными и искривленными поверхностями фальца остается въ планѣ небольшой запасъ для свободнаго движенія створовъ.

Чертежи 1555 и 1556 на таб. 138 показываютъ форму фальца въ верхней горизонтальной части рамы, а чертежъ 1557 на

таб. 138 представляетъ фальцъ въ нижней горизонтальной части рамы.

Послѣдняя часть снабжается отливомъ для удаленія дождевой воды. Для образованія притвора оконныхъ створовъ, въ кромкахъ переплетовъ вынимается четверть, или кромки скашиваются наискось (Таб. 138, черт. 1558 и 1559).

Если имѣется средняя стойка, то створы притворяются къ ней по чертежу 1560 на таб. 138.

Верхнее покрытіе подстѣнковъ называется, какъ уже упомянуто было выше подоконникомъ, а именно: часть покрытія, обращенная во внутренность помѣщенія зданія, — внутреннимъ подоконникомъ, а часть, обращенная наружу, — наружнымъ подоконникомъ. Наружному подоконнику всегда даютъ откосъ для стока дождевой воды, а внутренній подоконникъ всегда дѣлается, при низкомъ положеніи оконъ, горизонтальнымъ.

Внутренніе подоконники обыкновенно дѣлаются изъ досокъ, толщиною въ $1^1/_2''$ до $2^1/_2''$, соединенныхъ съ рамою шпунтомъ (Таб. 138, черт. 1557, и таб. 139, черт. 1561).

Если створы притворяются къ среднику, то, для принятія этихъ створовъ и нижней горизонтальной части фрамуги, вынимаютъ въ средникѣ четверти (Таб. 139, черт. 1561 а).

Двойные переплеты. Во всѣхъ странахъ съ холоднымъ климатомъ необходимы двойные переплеты для оконъ жилыхъ зданій. Различаютъ наружные лѣтніе и внутренніе зимніе переплеты. Первые остаются цѣлый годъ въ оконной рамѣ, другіе же лѣтомъ нерѣдко выставляются. Разстояніе стеколъ обоихъ переплетовъ другъ отъ друга должно составлять не менѣе 4″.

Зимніе переплеты дѣлаются въ видѣ неподвижнаго щита или въ видѣ открываемыхъ створовъ. Въ первомъ случаѣ располагаютъ въ окнахъ, для возобновленія воздуха въ комнатахъ, такъ-называемыя форточки, при чемъ слѣдуетъ обратить вниманіе на то, чтобы форточки лѣтняго переплета имѣли меньшіе размѣры, чѣмъ форточки зимняго переплета, если первыя должны отворяться внутрь комнатъ сквозь зимній переплетъ. На чертежахъ 1531, 1532, 1534, 1535 и 1536 на таб. 137 показаны оконныя рамы для принятія двойныхъ переплетовъ. На чертежѣ 1562 на таб. 139 показана прислонная оконная рама для двойныхъ переплетовъ. Иногда лѣтніе переплеты вставляются въ обыкновенную оконную раму, а для зимнихъ переплетовъ располагается еще особенная колода (Таб. 139, черт. 1563).

Другой способъ укрѣпленія двойныхъ переплетовъ заключается въ томъ, что лѣтніе и зимніе переплеты вставляются въ особенныя оконныя рамы, соединенныя между собою колодою или коробкою (Таб. 139, черт. 1564). Иногда, взамѣнъ двойныхъ переплетовъ, примѣняются двойныя стекла въ одномъ и томъ же переплетѣ (Таб. 139, черт. 1565), такъ-что разстояніе стеколъ другъ отъ друга составляетъ приблизительно 1″, или къ наружному переплету прикрѣпляется еще другой легкій переплетъ (Таб. 139, черт. 1566). Послѣднія приспособленія защищаютъ внутренность комнатъ не въ достаточной степени отъ прониканія холоднаго воздуха.

Для освѣщенія и вентиляціи хлѣвовъ часто устраиваются окна, вращающіяся около горизонтальной оси.

Подъемные переплеты. Въ Россіи подъемные переплеты очень рѣдко встрѣчаются, почему мы о нихъ не будемъ говорить.

Въ странахъ съ жаркимъ климатомъ весьма употребительны такъ-называемыя жалюзи, устроенныя изъ тонкихъ дощечекъ. На чертежѣ 1567 на таб. 139 показано устройство неподвижныхъ жалюзи, а на чертежѣ 1568 на таб. 139 —устройство подвижныхъ.

Приборы для укрѣпленія, вращенія и запиранія оконныхъ переплетовъ. Для укрѣпленія сопряженій на углахъ переплетовъ употребляются наугольники изъ полосового желѣза (Таб. 139, черт. 1569), ширина и толщина котораго зависитъ отъ величины и вѣса створовъ. Иногда эти наугольники соеди-

няются съ навѣсными петлями (Таб. 139, черт. 1570 и 1572).

Въ настоящее время употребляются преимущественно такъ-называемыя съемныя петли (Таб. 139, черт. 1563 и 1564), которыя отличаются отъ съемныхъ петель для дверей одними лишь размѣрами. Прикрѣпленіе съемныхъ петель къ оконной рамѣ и переплету производится подобнымъ образомъ, какъ у дверей (Таб. 136, черт. 1506—1509, и таб. 139, черт. 1571).

Кромѣ съемныхъ петель, примѣняются иногда еще шарнирныя петли (Таб. 136, черт. 1511 и 1512).

Приспособленія для запиранія оконныхъ переплетовъ бываютъ слѣдующія.

Продольныя и поперечныя задвижки, простая наружная оконная завертка (Таб. 139, черт. 1572 А и В), двойная наружная оконная завертка (Таб. 139, черт. 1573 А и В), внутренняя оконная завертка, помѣщенная внутри переплета (Таб. 139, черт. 1574), задвижка съ поворотнымъ рычажкомъ (Таб. 139, черт. 1575) и шпингалеты разнаго рода.

Шпингалеты представляютъ систему продольныхъ задвижекъ, которыя двигаются съ одной точки, при помощи поворотнаго рычажка. Различаютъ шпингалеты съ двумя отдѣльными задвижками, двигающимися помощью рычажнаго приспособленія по противоположнымъ направленіямъ, и таковые съ одною только задвижкою, двигаемою вверхъ при открываніи переплета.

На чертежахъ 1576 А до D на таб. 139 представленъ шпингалетъ, состоящій изъ двухъ отдѣльныхъ задвижекъ a и b, концы c и d которыхъ загнуты въ видѣ полукруга и двигаются посредствомъ штифтовъ e и f по кругу g, вращающемуся поворотнымъ рычажкомъ h.

Задвижки входятъ въ скобки l l, прикрѣпленныя къ оконной рамѣ. Этотъ шпингалетъ прикрѣпляется къ правому переплету, а крючекъ k къ лѣвому. Еще болѣе цѣлесообразнымъ оказывается шпингалетъ съ зубчатою рейкою по чертежу 1577 на табл. 139, при которомъ задвижки двигаются только по вертикальному направленію.

На чертежахъ 1578 А — С на таб. 139 показанъ шпингалетъ, врѣзанный въ оконный переплетъ. Поворотный рычажокъ замѣняется при этомъ приспособленіи внутреннею заверткою.

Другое приспособленіе для запиранія оконныхъ переплетовъ вверху, внизу и въ серединѣ представляетъ шпингалетъ или шпаньолетъ съ вращающимся металлическимъ прутомъ (Таб. 140, черт. 1579), который двигается поворотомъ рычажка, входящаго при запираніи переплетовъ въ крючекъ d. Прутъ ab снабжается направляющими кольцами f и въ верхнемъ и нижнемъ концахъ крючками, входящими въ крючекъ N (Таб. 140, черт. 1580 А) или въ личинку e (Таб. 140, черт. 1580 В).

Глава IX.

НАГРѢВАТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ДОМАШНИХЪ ЦѢЛЕЙ.

Общія понятія. Нагрѣвательными приборами называются всѣ приспособленія, служащія для развитія теплоты, употребляемой для различныхъ цѣлей.

Теплота развивается въ нагрѣвательныхъ приборахъ сожиганіемъ топлива или горючихъ веществъ.

Наиболѣе употребительные сорта топлива слѣдующіе: дрова, торфъ, бурый уголь, каменный уголь, антрацитъ и коксъ.

Теоретически вычисленныя количества тепла въ единицахъ тепла, такъ-называемыхъ калоріяхъ, развиваемыя при полномъ сгораніи 1 килограмма различныхъ горючихъ веществъ, слѣдующія:

1 кил.	сухихъ дровъ . . .	2800—3900	ед. тепла,
1 „	сухого торфа. . . .	3000—5000	„ „
1 „	бураго угля	2000—6000	„ „
1 „	каменнаго угля. . .	6000—7500	„ „
1 „	антрацита	7500—8000	„ „
1 „	кокса	7000—7800	„ „

Но, смотря по болѣе или менѣе цѣлесообразному устройству нагрѣвательныхъ приборовъ и степени полноты горѣнія, развивается только бо́льшая или меньшая часть выше приведенныхъ количествъ тепла.

Составныя части нагрѣвательныхъ приборовъ (Таб. 140, черт. 1581).

Въ составъ каждаго совершенно устроеннаго нагрѣвательнаго прибора входятъ слѣдующія три главныхъ части.

1) Пространство f, въ которомъ сожигается топливо, и которое называется **топливникомъ, горниломъ, топкою** или **очагомъ.**

2) **Дымоходы** c, проводящіе продукты горѣнія по поверхности нагрѣва, принимающей ихъ теплоту.

3) **Дымовая труба** e, производящая тягу въ нагрѣвательномъ приборѣ, необходимую для притока воздуха къ топливу, и отводящая продукты горѣнія.

Топливникъ снабжается топочнымъ отверстіемъ h для вбрасыванія топлива.

Плоскость, на которой находится топливо при сгораніи, дѣлается глухою или сквозною. Въ первомъ случаѣ эта плоскость называется подомъ, а во второмъ рѣшеткою d. Топочное отверстіе закрывается дверцами. При топливникахъ съ глухимъ подомъ, въ топочныхъ дверцахъ располагаются отверстія для притока воздуха къ топливу, а при топливникахъ съ рѣшеткою, дверцы остаются безъ отверстій, такъ-какъ воздухъ притекаетъ къ топливу черезъ прозоры или щели рѣшетки. Поэтому подъ рѣшеткою всегда должно находиться свободное пространство, такъ-называемый зольникъ a, въ который падаетъ сквозь рѣшетку зола сгорѣвшаго топлива. Для чистки зольника и для притока воздуха служитъ отверстіе b, называемое поддуваломъ.

Отверстіе i, черезъ которое продукты горѣнія выходятъ изъ топливника и которое представляетъ одновременно входъ въ другую часть нагрѣвательнаго прибора, обыкновенно въ дымоходы, называется хайломъ.

Хайло ограничивается снизу порогомъ k, служащимъ для защиты дымоходовъ отъ того, чтобы топливо не попадало въ нихъ.

Поверхностью нагрѣва называется та часть какого-либо тѣла, которая соприкасается съ продуктами горѣнія и принимаетъ отъ нихъ теплоту.

Часть дымоходовъ c, находящаяся между концомъ поверхности нагрѣва и дымовою трубою и имѣющая только задачу проводить продукты горѣнія до послѣдней, называется боровомъ.

Для регулированія тяги дымовой трубы служитъ заслонка o.

На днѣ дымовой трубы располагается обыкновенно углубленіе n, въ которомъ должна накопляться зола, попавшая въ продукты горѣнія. Для входа въ дымовую трубу служитъ отверстіе m, находящееся у нижняго конца ея и закрытое во время дѣйствія нагрѣвательнаго прибора двуслойною кирпичною стѣнкою на глиняномъ растворѣ.

Въ данномъ случаѣ та или другая часть нагрѣвательнаго прибора совершенно пропускается, или нѣкоторыя изъ частей соединяются въ одно цѣлое.

Топливникъ. Величина топливника зависитъ отъ толщины слоя топлива, отъ количества сожигаемаго топлива, отъ рода топлива и отъ пространства, остающагося надъ топливомъ.

Высота слоя топлива принимается:

для дровъ	отъ	7″	до	9″,
„ торфа	„	8″	„	10″,
„ тощаго каменнаго угля .	„	4″	„	6″,
„ жирнаго „ „ .	„	3″	„	4″,
„ бураго угля	„	5″	„	8″,
„ кокса	„	6″	„	10″.

Пространство надъ топливомъ дѣлаютъ столь великимъ, чтобы пламя могло свободно развиваться, или располагаютъ небо, перекрывающее топливникъ, на такомъ разстояніи отъ слоя топлива, чтобы летучія вещества свѣже набросаннаго топлива могли соприкасаться съ раскаленнымъ небомъ, чѣмъ сгоранію ихъ способствуется. Но въ этомъ случаѣ небо топливника должно быть устроено изъ огнеупорнаго матеріала.

Разстояніе неба отъ слоя топлива составляетъ:

при дровахъ	отъ	12″	до	16″,
„ торфѣ	„	9″	„	14″,
„ тощемъ каменномъ углѣ . .	„	7″	„	9″,
„ жирномъ „ „ . .	„	12″	„	14″,
„ буромъ углѣ	„	6″	„	8″,
„ коксѣ	„	11″	„	14″,

а высота топливника, въ виду вышеприведенныхъ данныхъ для толщины слоя топлива:

для дровъ	отъ 19″	до 25″,
„ торфа	„ 17″	„ 24″,
„ тощаго каменнаго угля	„ 11″	„ 15″,
„ жирнаго „ „	„ 15″	„ 18″,
„ бураго угля	„ 11″	„ 16″,
„ кокса	„ 17″	„ 24″.

Ширина топливника равняется обыкновенно ширинѣ топочныхъ дверецъ.

Одностворчатыя топочныя дверцы дѣлаются шириною отъ 12″ до 14″, а высотою отъ 10″ до 12″, двустворчатыя — шириною отъ 18″ до 21″ и высотою отъ 12″ до 14″.

Топочныя дверцы домашнихъ нагрѣвательныхъ приборовъ дѣлаются обыкновенно отъ 9″ до 12″ въ квадратѣ.

Для домашнихъ нагрѣвательныхъ приборовъ примѣняется почти исключительно обыкновенная рѣшетка.

Обыкновенная рѣшетка состоитъ изъ чугунныхъ или желѣзныхъ брусковъ, расположенныхъ параллельно между собою на опредѣленномъ разстояніи другъ отъ друга. Эти бруски называются колосниками.

Небольшія рѣшетки отливаются въ одномъ кускѣ, а большія составляются изъ отдѣльныхъ колосниковъ. Въ послѣднемъ случаѣ очень удобно, замѣнять поврежденные колосники новыми.

Щели или прозоры между колосниками должны имѣть такую ширину, чтобы куски топлива не могли провалиться сквозь нихъ.

По опытамъ принимается ширина прозоровъ:

для дровъ	отъ $1/4$″	до $3/8$″,
„ торфа	„ $1/2$″	„ $3/4$″,
„ мелкаго бураго угля	„ $3/16$″	„ $3/8$″,
„ крупнаго „ „	„ $3/8$″	„ $1/2$″,
„ жирнаго спекающагося каменнаго угля	„ $11/16$″	„ $13/16$″,
„ неспекающагося каменнаго угля	„ $5/16$″	„ $3/8$″,
„ кокса	„ $3/8$″	„ $1/2$″.

Отношеніе суммы площадей промежутковъ или прозоровъ между колосниками, такъ-называемой площади живого сѣченія, къ полной площади рѣшетки должно быть по возможности больше. Принимается это отношеніе:

для дровъ и торфа	$1/6$—$1/5$,
„ тощаго каменнаго угля	$1/4$—$1/2$,
„ жирнаго спекающагося каменнаго угля	$1/4$—$1/2$,
„ бураго угля	$1/5$—$1/3$,
„ кокса	$1/3$—$1/2$.

Количество топлива, которое сожигается въ часъ на одномъ квадратномъ метрѣ или въ часъ на одномъ квадратномъ футѣ, зависитъ отъ рода горѣнія.

Горѣніе можетъ быть медленное, умѣренное и быстрое, и, соотвѣтственно этому, количество топлива колеблется между слѣдующими предѣлами:

для каменнаго угля	отъ 40	до 120	кил. на кв. метръ,
	„ 10	„ 30	фунт. на кв. футъ;
для дровъ и торфа	„ 150	„ 200	кил. на кв. метръ,
	„ 38	„ 52	фунт. на кв. футъ;
для кокса	„ 80	„ 200	кил. на кв. метръ,
	„ 20	„ 50	фунт. на кв. футъ.

Колосники бываютъ трапецоидальнаго поперечнаго сѣченія. Длина ихъ должна быть не больше 2′, а высота ихъ, не меньше $1\frac{1}{2}$″, обыкновенно равна $1/5$ до $1/6$ длины ихъ. Колосники дѣлаются, лучше всего, одинаковой высоты по всей длинѣ (Таб. 140, черт. 1582 и 1583), или высота ихъ уменьшается къ концамъ (Таб. 140, черт. 1584 и 1585). Толщина колосниковъ дѣлается внизу отъ $3/8$″ до $5/8$, а вверху $5/8$ до $3/4$″.

Рѣшетка располагается, лучше всего, на разстояніи отъ 8″ до 10″ отъ топочныхъ дверецъ.

При укладываніи колосниковъ надо обратить вниманіе на то, чтобы у одного изъ ихъ концовъ остался запасъ въ $1/50$ ихъ длины для расширенія отъ теплоты. Колосники поддерживаются колосниковыми балками, но такъ, чтобы они могли свободно двигаться при расширеніи отъ теплоты. Для этой цѣли одному концу колосниковъ даютъ крючкообразный видъ. Въ концахъ и въ серединѣ колосники снабжаются боковыми выступами, плотно прилегающими другъ къ другу при укладкѣ колосниковъ. Если въ топливникѣ сожигаются дрова, то въ рѣшеткѣ не нуждаются, и нижнее ограниченіе топливника устраивается въ видѣ глухого пода.

Дымоходы. Поперечное сѣченіе перваго дымохода обыкновенно дѣлается въ $2/5$, а послѣдняго въ $1/4$ всей площади рѣшетки; дымоходамъ,

находящимся между этими обоими дымоходами, даютъ поперечное сѣченіе средней величины. Длина дымоходовъ не должна превосходить 100′, такъ-какъ при большей длинѣ газы слишкомъ охлаждаются и тяга въ нагрѣвательномъ приборѣ, вслѣдствіе этого, слишкомъ уменьшается. Температура дыма въ дымовой трубѣ должна составлять приблизительно отъ 200° до 300° С.

Расположеніе дымовыхъ трубъ въ каменныхъ зданіяхъ. Различаютъ внизу открытыя и зкрытыя дымовыя трубы.

При открытыхъ дымовыхъ трубахъ, вмѣстѣ съ продуктами горѣнія, входитъ въ дымовую трубу воздухъ. Такія дымовыя трубы примѣняются при каминахъ, кузнечныхъ горнахъ и т. п. Для обыкновенныхъ домашнихъ нагрѣвательныхъ приборовъ открытыя дымовыя трубы въ настоящее время все болѣе и болѣе выводятся изъ употребленія.

Закрытыми дымовыми трубами называются такія, въ которыя входятъ только продукты горѣнія. Въ нижнемъ концѣ закрытыхъ дымовыхъ трубъ находится тоже отверстіе; но это отверстіе служитъ только для удаленія сажи, накопившейся отъ чистки трубъ, и дожно быть плотно закрыто дверцами во время дѣйствія нагрѣвательныхъ приборовъ. Дверцы для чистки дымовыхъ трубъ располагаются часто на чердакѣ, и если направленіе дымовыхъ трубъ измѣняется болѣе двухъ разъ, то они дѣлаются также въ серединѣ трубы. Расположеніе дверецъ на чердакѣ, по опасноси отъ пожара, въ нѣкоторыхъ странахъ воспрещается полицейскими постановленіями.

Дымовыя трубы обыкновенно проводятся до подвальнаго этажа, чтобы избѣгать чистки дымовыхъ трубъ изъ корридоровъ, сѣней или даже изъ комнатъ. Для комнатныхъ печей устраиваются почти исключительно узкія, такъ-называемыя русскія дымовыя трубы, съ поперечнымъ сѣченіемъ въ свѣту отъ ¾ до 1 кирпича, и полагаютъ на каждую печь отъ 14 до 16, или лучше отъ 16—20 кв. дюймовъ. Для большихъ и открытыхъ топокъ становятся необходимыми болѣе широкія дымовыя трубы, поперечное сѣченіе которыхъ должно быть не менѣе 18″ къ квадратѣ, если онѣ предназначены для влѣзанія трубочистовъ.

Высота дымовыхъ трубъ должна составлять лучше всего, не менѣе 50′ и должна быть во всякомъ случаѣ не меньше высоты сосѣднихъ зданій. Но въ одноэтажныхъ зданіяхъ высота дымовыхъ трубъ дѣлается почти всегда меньше, т.-е. такой величины, чтобы дымовыя трубы выступали за конекъ еще не меньше 5′.

Расположеніе дымовыхъ трубъ въ стѣнахъ каменныхъ зданій уже показано было въ главѣ о каменныхъ работахъ, на которую мы указываемъ.

При обыкновенныхъ домашнихъ нагрѣвательныхъ приборахъ стѣнки дымовыхъ трубъ дѣлаются толщиною въ ½ кирпича, а при сильно напряженныхъ топкахъ отъ 1 до 1½ кирпича.

Для того, чтобы дымъ не слишкомъ охлаждался, избѣгаютъ по возможности расположенія дымовыхъ трубъ въ наружныхъ стѣнахъ, а если это неизбѣжно, то дымъ предохраняется отъ слишкомъ сильнаго охлажденія воздушною прослойкою, расположенною въ кладкѣ стѣны (Таб. 20, черт. 189).

Если отдѣльная, свободно стоящая узкая дымовая труба имѣетъ значительную высоту, то двѣ стѣнки дѣлаются толщиною въ ½ кирпича, а остальныя обѣ стѣнки толщиною въ 1 кирпичъ.

Всѣ дымовыя трубы, расположенныя въ стѣнахъ или находящіяся въ свободномъ положеніи въ чердачныхъ помѣщеніяхъ, должны быть надежно поддержаны, чтобы онѣ во время пожара не могли вредить пожарнымъ. Во всякомъ случаѣ должно избѣгать поддерживанія наклонныхъ или горизонтальныхъ дымовыхъ трубъ, такъ-называемыхъ боровов, деревянными потолочными балками.

Допускаемое разстояніе дымовыхъ трубъ въ свѣту отъ деревянныхъ частей зданія зависитъ отъ мѣстныхъ полицейскихъ постановленій, предписывающихъ, смотря по мѣстности, разстояніе не меньше 12″ до 16″. Рекомендуется располагать между потолочными балками и дымовою трубою двойной рядъ черепицъ на глиняномъ растворѣ.

Кладка дымовыхъ трубъ производится иногда на глиняномъ растворѣ, а на чердакѣ и надъ крышею всегда на известковомъ растворѣ.

На чердакѣ дымовыя трубы снабжаются снаружи штукатуркою изъ известковаго раствора. Внутренняя поверхность узкихъ дымовыхъ трубъ обыкновенно также гладко оштукатуривается во время производства кладки. Но, такъ-какъ при осадкѣ стѣнъ штукатурка на швахъ легко отламывается, то лучше будетъ тщательно производить кладку дымовыхъ трубъ вчернѣ, и затѣмъ уже рас-

шивать швы и выравнивать неровности кладки известковымъ растворомъ. При широкихъ дымовыхъ трубахъ всегда поступаютъ такимъ образомъ.

Иногда внутренняя штукатурка производится изъ глинянаго раствора.

Рекомендуется, проводить дымовыя трубы сквозь крышу на небольшомъ разстояніи отъ конька, почему часто приходится давать опредѣленной части дымовыхъ трубъ наклонное направленіе. Уголъ, образуемый этою наклонною частью трубы съ горизонталью, долженъ быть не меньше 60°. Въ чердачномъ помѣщеніи наклонная часть трубы поддерживается, лучше всего, скошенною стѣною (Таб. 20, черт. 186 A и B).

Часто въ чердачномъ помѣщеніи соединяются нѣсколько дымовыхъ трубъ въ одну общую, чтобы получить въ кровлѣ по возможности меньше проемовъ. Въ такомъ случаѣ уголъ, образуемый наклонною частью дымовыхъ трубъ съ горизонталью, также не долженъ быть меньше 60°, и между соединенными дымовыми трубами непремѣнно должна быть устроена раздѣлка толщиною не менѣе ½ кирпича (Таб. 20, черт. 187 и 188).

Если вертикальныя дымовыя трубы въ стѣнѣ попадаютъ на дверныя отверстія, то онѣ также возводятся на опредѣленномъ протяженіи наклонными.

Во многоэтажныхъ зданіяхъ можно проводить дымовые газы нѣсколькихъ печей одного и того же этажа въ общую дымовую трубу, при чемъ полагаютъ на каждую печь отъ 14 до 16 или лучше отъ 16 до 20 квадратныхъ дюймовъ площади поперечнаго сѣченія дымовыхъ трубъ, такъ-что одна дымовая труба съ поперечнымъ сѣченіемъ въ 1 кирпичъ въ квадратѣ можетъ принимать дымовые газы отъ 5 до 6 печей. Впуски дымовыхъ газовъ въ общую трубу не должны быть расположены на равной высотѣ, а разстояніе ихъ другъ отъ друга по высотѣ должно составлять не менѣе 1′. Трубамъ, проводящимъ дымовые газы изъ печей въ дымовую трубу, даютъ, лучше всего, наклонное вверхъ направленіе (Таб. 140, черт. 1586).

На чертежахъ 1587 и 1588 на таб. 140 представлено расположеніе печей съ общею дымовою трубою во многоэтажныхъ зданіяхъ.

Дверцы для чистки трубъ помѣщены въ подвалѣ (Таб. 140, черт. 1589).

Впускать въ общую трубу дымовые газы печей, находящихся въ различныхъ этажахъ, допускается лишь въ такомъ случаѣ, если печи отопляются одновременно, но вообще лучше избѣгають этого.

Расположеніе дымовыхъ трубъ въ деревянныхъ зданіяхъ. Въ деревянныхъ зданіяхъ устраиваются отдѣльныя кирпичныя дымовыя трубы, такъ-называемыя **коренныя трубы**. Коренныя трубы основываются на особенномъ фундаментѣ, а стѣнки ихъ дѣлаются для большей устойчивости обыкновенно толщиною въ 1 кирпичъ. При соединеніи нѣсколькихъ коренныхъ трубъ въ одну общую, устойчивость ихъ часто уже оказывается достаточною при толщинѣ стѣнокъ въ ½ кирпича. Коренныя трубы помѣщаются такъ, чтобы онѣ не прекратили связи вѣнцовъ стѣнъ. На чертежѣ 1590 на таб. 140 показанъ планъ печей въ трехъ смежныхъ комнатахъ вокругъ коренной трубы.

Чтобы предохранять дѣйствіе дымовыхъ трубъ отъ вреднаго вліянія вѣтра, дождя, снѣга и солнечныхъ лучей, иногда располагаютъ надъ верхнимъ отверстіемъ ихъ такъ-называемые **колпаки**, **зонты** или **флюгарки** изъ обожженной глины, чугуна или желѣза. Такія приспособленія необходимы особенно тогда, если верхнее отверстіе трубы находится ниже сосѣднихъ зданій. На чертежахъ 1591—1596 на таб. 140 представлены наиболѣе употребительные колпаки, изъ которыхъ особенно отличаются колпаки Вольперта, показанные на чертежахъ 1595 и 1596 на таб. 140.

Отопленіе зданій. Различаютъ вообще **мѣстное** и **центральное отопленіе**.

Мѣстное отопленіе. Отопленіе помѣщеній производится сожиганіемъ топлива и передачею развивающейся при этомъ теплоты окружающему воздуху отапливаемаго помѣщенія.

Если теплота, происходящая отъ сгоранія топлива, непосредственно передается воздуху отапливаемаго помѣщенія испусканіемъ, то получается **отопленіе каминами**, а если теплота дымовыхъ газовъ сперва принимается какимъ-либо твердымъ тѣломъ и затѣмъ передается окружающему воздуху, то получается отопленіе **комнатными печами**.

Камины. При отопленіи помѣщеній каминами топливо сожигается въ открытой топкѣ, и продукты горѣнія уносятся съ высокою температурою непосредственно черезъ дымовую трубу въ атмосферу.

Нагрѣваніе комнатнаго воздуха производится

главнымъ образомъ лучистою теплотою и бываетъ поэтому очень неравномѣрно. Полезное дѣйствіе отопленія каминами составляетъ отъ 5 до 10%. Вообще можно сказать, что камины служатъ болѣе для хорошей вентиляціи, чѣмъ для отопленія помѣщеній, но за то вызываютъ значительную тягу сквозь двери и окна. Въ странахъ съ суровымъ климатомъ отопленіе каминами должно быть разсматриваемо какъ роскошь и рекомендуется только въ связи съ другими способами отопленія, а весною и осенью на дачахъ, и во всякое время года, вслѣдствіе хорошей вентиляціи, въ комнатахъ для больныхъ.

Изъ весьма многочисленныхъ примѣровъ для устройства каминовъ приведемъ только слѣдующіе.

Одинъ изъ простѣйшихъ и наиболѣе употребительныхъ въ Россіи типовъ камина представленъ на чертежѣ 1597 на таб. 140. Здѣсь топливо сожигается на простомъ глухомъ подѣ. Буква a означаетъ топливникъ и b дымовую трубу, черезъ которую удаляются дымовые газы.

Но болѣе рекомендуется, располагать вмѣсто глухого пода рѣшетку, отлитую цѣльною изъ чугуна и способствующую равномѣрному притоку воздуха и правильному горѣнію (Таб. 141, черт. 1598, 1599, 1600). Рѣшетка кладется на такъ-называемый таганникъ a, къ которому спереди прикрѣплена барьерная рѣшетка b, предохраняющая топливо отъ выпаденія на полъ.

Значительное улучшеніе устройства каминовъ представляетъ типъ, изображенный на чертежахъ 1601, 1602 и 1603 на таб. 141. Этотъ каминъ внутри обдѣланъ чугуномъ, при чемъ призматическая часть a отлита изъ одной штуки, къ которой приложены плиты cc, покрытыя сверху плитою d. Топливники отливаются изъ чугуна и прикрѣпляются болтами къ чугунной обдѣлкѣ. Рѣшетка также отливается цѣльною изъ чугуна. Спереди располагаютъ барьерную рѣшетку для предохраненія топлива отъ выпаденія; внизу находится выдвижной ящикъ b для золы. Продукты горѣнія удаляются черезъ отверстіе c въ дымовую трубу, снабженное барабаномъ g для регулированія тяги. Задняя стѣнка чугунной обдѣлки значительно способствуетъ усиленію тяги. Дымовая труба имѣетъ поперечное сѣченіе къ свѣту приблизительно въ ¾ кирпича въ квадратѣ и для чистки внѣ отапливаемаго помѣщенія опускается въ подвалъ, гдѣ снабжается дверцею f въ 7″ въ квадратѣ.

Однимъ изъ самыхъ лучшихъ каминовъ считается каминъ, устроенный въ Англіи капитаномъ Douglas-Galton.

Съ отопленіемъ помѣщеній такими каминами обыкновенно соединена хорошая вентиляція, что оказалось весьма удобнымъ для отопленія госпиталей и казармъ.

Для того, чтобы пользоваться какъ можно болѣе теплотою, развивающеюся сгораніемъ топлива, устраиваютъ такъ-называемыя каминопечи (Таб. 141, черт. 1604 и 1605), при которыхъ открытый топливникъ камина, снабженный рѣшеткою и зольникомъ, соединенъ съ дымоходами, черезъ которые проходятъ дымовые газы. У открытаго клапана с послѣдніе входятъ въ дымовую трубу d, доходящую до пола. Стрѣлка b показываетъ направленіе дымовыхъ газовъ, обтекающихъ систему каналовъ a a_1 . . . a_5 изъ чугунныхъ плитъ, черезъ которую протекаетъ комнатный воздухъ, при чемъ онъ нагрѣвается. У пола комнатный воздухъ входитъ въ каналъ a и удаляется изъ канала a_5, расположеннаго также вблизи пола. Ящикъ e служитъ также для лучшей утилизаціи теплоты. Такая камино-печь извѣстна подъ названіемъ пенсильванской.

Другая камино-печь представлена на чертежахъ 1606—1608 на таб. 141. Каминъ и печь соединены въ одной оболочкѣ, при чемъ каминъ и печь имѣютъ отдѣльный топливникъ. Продукты горѣнія удаляются изъ топливника камина непосредственно въ дымовую трубу, между тѣмъ какъ продукты горѣнія изъ топливника печи проводятся черезъ пять оборотовъ и затѣмъ уже входятъ черезъ натрубокъ a въ дымовую трубу.

Если каминъ и печь имѣютъ общую дымовую трубу, то нельзя топить ихъ одновременно. Такая камино-печь называется шведскою.

Комнатныя печи. Между тѣмъ какъ при отапливаніи помѣщеній каминами пользуются только лучистою теплотою, и поэтому нагрѣваніе комнатнаго воздуха происходитъ почти исключительно отъ лучеиспусканія теплоты, при отапливаніи помѣщеній комнатными печами теплота, развивающаяся сгораніемъ топлива, передается хорошимъ или дурнымъ теплопроводникамъ и отъ послѣднихъ сообщается окружающему воздуху.

Комнатныя печи, устроенныя изъ дурныхъ теплопроводниковъ, какъ-то: изъ кирпичей или изразцовъ, обладаютъ большою теплоемкостью;

поэтому онѣ медленно принимаютъ теплоту, но зато продолжительное время сохраняютъ и равномѣрно сообщаютъ ее окружающему воздуху отапливаемаго помѣщенія. При этомъ поверхность нагрѣва печи, обращенная въ комнату, не принимаетъ высокой температуры, почему и лучеиспусканіе теплоты ея бываетъ сравнительно незначительно и нагрѣваніе комнатнаго воздуха преимущественно происходитъ отъ соприкосновенія его съ поверхностью нагрѣва печи. Степень теплоемкости такихъ печей зависитъ отъ толщины ихъ стѣнокъ.

Комнатныя печи изъ металла, напротивъ того, имѣютъ малую теплоемкость, т.-е. онѣ очень скоро нагрѣваются, при чемъ температура ихъ поверхности бываетъ очень высока, и, вслѣдствіе этого, лучеиспусканіе теплоты можетъ быть очень непріятно для живущихъ въ такомъ помѣщеніи.

Съ другой стороны, металлическія печи по окончаніи топки очень скоро остываютъ. При отапливаніи помѣщеній металлическими печами достигается значительная передача теплоты окружающему возходу, при относительно небольшой поверхности нагрѣва.

Вообще рекомендуется поддерживать въ металлическихъ печахъ продолжительное время небольшой огонь, между тѣмъ, какъ въ кирпичныхъ и изразцовыхъ печахъ горѣніе топлива должна происходить возможно быстрѣе, такъ-какъ при этомъ стѣнки печи сильнѣе и скорѣе нагрѣваются. По окончаніи топки печь должна закрываться заслонкою или вьюшкою, чтобы комнатный воздухъ, вступившій черезъ топочное отверстіе въ топливникъ и изъ него въ дымоходы, при движеніи по послѣднимъ, не лишалъ стѣнокъ печи теплоты и не уносилъ ея въ дымовую трубу.

Если печи устраиваются изъ металла и глины, то получаются полуметаллическія печи съ среднею теплоемкостью.

При расположеніи печей въ комнатахъ слѣдуетъ имѣть въ виду, топятся-ли онѣ изнутри комнаты или извнѣ ея, т.-е. изъ корридоровъ или сѣней, или изъ особаго небольшого помѣщенія, такъ-называемаго шестка.

Особое помѣщеніе для топки печей рекомендуется особенно для конторъ, бюро, комнатъ для больныхъ, школьныхъ комнатъ и т. п. Оно располагается, лучше всего, такъ, чтобы возможно было, топить изъ него какъ можно большее число печей. Этому помѣщенію даютъ такіе размѣры, чтобы взрослый человѣкъ могъ топить печи въ немъ. Потолокъ и полъ этого помѣщенія устраиваются, лучше всего, изъ кирпича.

Дверцы для чистки дымовыхъ трубъ можно также располагать въ упомянутомъ помѣщеніи.

На чертежахъ 1609—1610 на таб. 141 и 1611 на таб. 142 представленъ планъ, показывающій различное расположеніе печей и помѣщеніе для топки ихъ. Черезъ a означенъ входъ въ послѣднее, черезъ b топочныя отверстія и черезъ c печи. Чертежъ 1612 на таб. 142 показываетъ разрѣзъ по xy чертежа 1611 на таб. 142, въ которомъ видны дверцы для чистки дымовой трубы.

Другое расположеніе для топки печей, извнѣ отапливаемаго помѣщенія, показано на чертежахъ 1613—1615 на таб. 142. Дверцы для чистки дымовыхъ трубъ помѣщены въ стѣнкахъ, ограничивающихъ отверстіе въ стѣнѣ шестка. Ширину и высоту этого отверстія дѣлаютъ въ 2′.

Вообще рекомендуется располагать печи по серединѣ продольныхъ внутреннихъ стѣнъ отапливаемаго помѣщенія. Печи въ такомъ положеніи называются средизальными печами.

При очень длинныхъ помѣщеніяхъ лучше располагать двѣ печи, устанавливаемыя у противоположныхъ стѣнъ. Печи, помѣщенныя въ углахъ комнаты, носятъ названіе угловыхъ печей, а проемными называются печи, отапливающія одновременно двѣ или иногда даже три комнаты.

Основаніе комнатныхъ печей. Печамъ, устраиваемымъ въ подвальномъ этажѣ или надъ этажомъ со сводчатымъ потолкомъ, даютъ особый каменный фундаментъ, который въ первомъ случаѣ доходитъ до грунта достаточнаго сопротивленія и долженъ возводиться совершенно независимо отъ кладки фундаментовъ стѣнъ. При большихъ, такъ-называемыхъ русскихъ печахъ фундаментъ забучиваютъ только подъ ихъ стѣнками, а пространство между ними заполняютъ щебнемъ. строевымъ мусоромъ или пескомъ. Въ верхнихъ этажахъ это невозможно, и поэтому печи устраиваются въ нѣкоторыхъ странахъ просто на основаніи изъ досокъ, толщиною отъ $2^1/_2''$ до $3''$, вставленныхъ въ фальцы, вынутые въ потолочныхъ балкахъ такой глубины, чтобы поверхность ихъ находилась въ одномъ уровнѣ съ верхнею гранью потолочныхъ балокъ. Въ Россіи, гдѣ устраиваютъ печи преимущественно съ толстыми стѣнками зна-

чительнаго вѣса, обыкновенно передаютъ грузъ печи на стѣны зданія. Устройство основанія печей зависитъ въ такомъ случаѣ отъ мѣста расположенія ихъ.

Для основанія средизальныхъ печей задѣлываются при возведеніи стѣнъ въ послѣднія два куска двутавровыхъ балокъ или рельсовъ, сверху которыхъ настилаются $2^1/_2$-дюймовыя доски (Таб. 142, черт. 1616 и 1617). Иногда между балками устраивается сводъ толщиною въ $^1/_2$ кирпича, при чемъ распоръ его уничтожается желѣзнымъ болтомъ надлежащей длины (Таб. 142, черт. 1618). Если имѣется въ надлежащемъ положеніи стѣна, то она представляетъ одну изъ обоихъ опоръ, между тѣмъ какъ другая образуется двутавровою балкою (Таб. 142, черт. 1619). Основаніе угловыхъ печей устраиваютъ, укладывая на стѣны накосную двутавровую балочку или кусокъ рельса, а доски настилаютъ однимъ концомъ на двутавровую балку, другимъ же на обрѣзъ стѣны (Таб. 142, черт. 1620) или, если такого нѣтъ въ этомъ мѣстѣ, на особенный выступъ стѣны (Таб. 142, черт. 1621 и 1622).

Во многихъ странахъ Россіи печи верхнихъ этажей помѣщаются на висячемъ основаніи изъ брусковаго желѣза, толщиною въ 1″ и шириною въ 2″, которое для угловыхъ печей устраивается въ видѣ шпренгелей, задѣланныхъ концами въ стѣнѣ (Таб. 142, черт. 1623), а для прямоугольныхъ печей концы желѣзныхъ брусковъ, задѣланныхъ въ стѣну, удерживаются тамъ штырями, другіе же концы поддерживаются кронштейнами и отвѣсными тягами, скрытыми подъ подомъ печей (Таб. 142, черт. 1624 и 1625).

Отступка печей отъ стѣны. Печи не должны приставляться вплоть къ стѣнѣ, такъ-какъ иначе комнатный воздухъ не можетъ соприкасаться съ тою частью поверхности нагрѣва печи, которая обращена къ стѣнѣ. Отступка печи отъ стѣны должна составлять не менѣе 3″, но обыкновенно дѣлается приблизительно въ 5″. Отступку между стѣною и печью, для болѣе удобной чистки поверхности нагрѣва отъ пыли, оставляютъ, лучше всего, безъ задѣлки, но если ее закрываютъ тонкою стѣною, то, для циркуляціи комнатнаго воздуха въ отступкѣ, располагаютъ вверху и внизу стѣнки душники, величиною не менѣе 15 квадр. дюймовъ, но лучше приблизительно въ 25 квадр. дюймовъ. При угловыхъ печахъ, гдѣ поверхность нагрѣва, обращенная къ стѣнѣ, еще больше, чѣмъ при прямоугольныхъ средизальныхъ печахъ, душники дѣлаются величиною до 45 квадр. дюймовъ.

Смотря по матеріалу, различаютъ, какъ уже было сказано выше, кирпичныя и изразцовыя, металлическія и полуметаллическія комнатныя печи.

1) **Кирпичныя и изразцовыя печи.** Кирпичныя и изразцовыя печи имѣютъ обыкновенно прямоугольную призматическую форму. Дымоходы въ печахъ называются вообще оборотами. Но если они имѣютъ вертикальное направленіе, то носятъ также названіе колодцевъ, а, при горизонтальномъ направленіи, названіе винтовъ. Колѣна, измѣняющія направленіе движенія дымовыхъ газовъ, называются подвертками, а плоскости, перекрывающія дымовыя каналы сверху — перекрышками. Печи устраиваются съ вертикальными и горизонтальными оборотами.

Печи съ вертикальными оборотами оказываются болѣе выгодными, чѣмъ печи съ горизонтальными оборотами.

Подъ топливника, состоящій изъ двухъ рядовъ кирпичей или чугунной плиты, лежитъ обыкновенно на стѣнкахъ, такъ-называемыхъ шанцахъ, устроенныхъ на основаніи печей изъ двухъ рядовъ кирпичей и расположенныхъ на взаимномъ разстояніи въ $^1/_2$ кирпича (Таб. 142, черт. 1626). Оба крайнихъ шанца имѣютъ разстояніе другъ отъ друга только въ $^1/_4$ кирпича, для удобной перевязки кладки пода. Иногда промежутки между шанцами служатъ для циркуляціи комнатнаго воздуха.

Въ нѣкоторыхъ странахъ, по полицейскимъ постановленіямъ, поверхность пода топливника должна имѣть опредѣленное разстояніе, приблизительно въ 13″ отъ ряда кирпичей, покрывающихъ дощатую настилку основанія печи въ видѣ мостовой. Кромѣ того, подъ подомъ должно оставаться по возможности свободное пространство. Для этой цѣли часто укладываютъ на кирпичи a, поставленные на ребро, два ряда черепицъ b въ перевязку и надъ ними мостовую пода c изъ кирпичей, заложенныхъ плашмя на глиняномъ растворѣ (Таб. 142, черт. 1627).

Такой способъ устройства цоколя печи уменьшаетъ вѣсъ послѣдней, облегчаетъ высыханіе ея и устраняетъ опасность прогорѣнія пода. Пространство подъ подомъ сообщается съ комнатою отверстіями, рѣшеткою d, такъ чтобы возможно было видѣть при поврежденномъ подѣ проваливающіеся куски горящаго топлива.

Топливникъ. Величина и форма топливника зависитъ отъ рода топлива и количества его, сожигаемаго въ одну топку. Дрова сожигаются обыкновенно на горизонтальномъ глухомъ подѣ, но рекомендуется, располагать также въ серединѣ пода для этого топлива небольшую рѣшетку, къ которой остальная часть пода имѣетъ надлежащій наклонъ. Для другихъ сортовъ топлива рѣшетка непремѣнно нужна.

Стѣнки топливника дѣлаютъ обыкновенно толщиною въ 1/2 кирпича и облицовываютъ ихъ еще изразцами, а въ нѣкоторыхъ странахъ устраиваютъ ихъ тоньше, располагая позади цокольныхъ изразцовъ кирпичи, поставленные на ребро. Если печь не обдѣлана изразцами, то стѣнкамъ даютъ толщину въ 3/4 до 1 кирпича, относительно въ 1/2 кирпича.

При внутренней облицовкѣ стѣнокъ топливника огнеупорнымъ кирпичомъ толщиною въ 1/2 кирпича, толщина стѣнокъ изъ обыкновеннаго кирпича дѣлается также въ 1/2 кирпича.

Если топливникъ значительно уже ширины печи, то онъ ограждается стѣнками, въ которыхъ продѣланы отверстія, называемыя прогарами, черезъ которые теплый воздухъ можетъ проникать до внѣшнихъ стѣнокъ печи. Часто продолжаютъ обороты внизъ въ пространство между стѣнками топливника и стѣнками печи. Топливникъ перекрывается сверху сводомъ толщиною въ 1/2 кирпича.

Дымоходы или обороты. Поперечное сѣченіе дымоходовъ или оборотовъ зависитъ отъ количества и рода сожигаемаго въ единицу времени топлива и вмѣстѣ съ тѣмъ отъ величины топливника.

Наружныя стѣнки оборотовъ дѣлаются при топкѣ дровами и торфомъ толщиною въ 1/2 кирпича, а отъ 3/4 до 1 кирпича при топкѣ каменнымъ углемъ или коксомъ. При облицовкѣ печи изразцами толщина части стѣнокъ, состоящей изъ кирпичной кладки, дѣлается на четверть кирпича меньше. Въ странахъ съ умѣреннымъ климатомъ, гдѣ не требуется усиленная топка, внутренняя часть наружныхъ стѣнокъ дымоходовъ часто состоитъ изъ плоскихъ черепицъ.

Вообще толщина стѣнокъ оборотовъ зависитъ отъ желаемой степени теплоемкости печей. Чѣмъ толще стѣнки печи, тѣмъ и будетъ больше теплоемкость печи.

Въ странахъ съ холоднымъ климатомъ устраиваются печи преимущественно большой теплоемкости. Во всякомъ случаѣ температура поверхности печей не должна превосходить 100°.

Раздѣлка между оборотами дѣлается обыкновенно въ 1/4 кирпича.

Вся поверхность печи, соприкасающаяся съ комнатнымъ воздухомъ, должна быть доступна для чистки отъ пыли.

Иногда устраиваютъ, для увеличенія поверхности нагрѣва печи, между оборотами такъ-называемыя камеры, представляющія каналы, въ которыхъ циркулируетъ комнатный воздухъ или въ которые приводится наружный воздухъ, нагрѣвающійся при движеніи по теплымъ стѣнкамъ каналовъ и затѣмъ входящій въ отапливаемое помѣщеніе.

Печи подобнаго рода называются печами съ притокомъ наружнаго воздуха.

При устройствѣ такихъ печей приходится принимать въ соображеніе, что теплоемкость ихъ, сравнительно съ обыкновенными печами, будетъ меньше.

Стѣнки камеры облицовываются, лучше всего, листовымъ желѣзомъ, чтобы, при образованіи въ нихъ трещинъ, дымовые газы не проникали въ камеру.

Верхнее покрытіе комнатныхъ печей состоитъ изъ двухъ, трехъ рядовъ кирпичей плашмя или изъ нѣсколькихъ рядовъ плитъ изъ обожженной глины и должно имѣть разстояніе отъ деревяннаго потолка въ 1′ 3″.

Обдѣлка наружной поверхности кирпичныхъ печей. Кирпичныя печи облицовываются изразцами или листовымъ желѣзомъ, или покрываются слоемъ штукатурки. Часто печи оставляются безъ всякой облицовки. Лучше всего передаетъ теплоту печь, заключенная въ футляръ изъ листового желѣза, между тѣмъ какъ изразцовая печь въ этомъ отношеніи оказывается наименѣе удовлетворительною.

Въ Россіи наиболѣе употребительны такъ-называемыя голландскія печи, носящія за границею названіе русскихъ печей.

Голландскія печи. Голландскія печи устраиваются изъ кирпичей съ облицовкою изразцами. Обороты бываютъ обыкновенно вертикальными, но встрѣчаются также печи съ горизонтальны оборотами. Печи перваго вида устраиваются о 4—8 оборотахъ, при чемъ длина ихъ составляетъ отъ 30′ до 60′. Длина каждаго отдѣльнаго

оборота принимается въ 6′ до 8′, а иногда и нѣсколько больше.

При опредѣленіи длины оборотовъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что дымовые газы должны впускаться въ дымовую трубу съ температурою не менѣе 150°; иначе тяга будетъ не достаточною, а при охлажденіи газовъ ниже 100° водяной паръ въ продуктахъ горѣнія сгущается, вслѣдствіе чего кладка дымовой трубы портится. Поперечное сѣченіе оборотовъ дѣлается обыкновенно въ 1 кирпичъ въ квадратѣ, и рѣдко длиною въ 1 кирпичъ и шириною въ 1/2 кирпича.

Топливникъ занимаетъ часто все пространство подъ оборотами, оканчивающимися надъ сводомъ, перекрывающимъ топливникъ. Площадь пода будетъ въ такомъ случаѣ значительной величины и зависитъ отъ числа оборотовъ. Если обороты опускаются по сторонамъ топливника до перекрышки шанцевъ, то длина топливника прямоугольныхъ печей равняется ширинѣ печи, а ширина его опредѣляется, смотря по количеству топлива, сожигаемому сразу за одну топку.

Высота топливника должна быть при топкѣ дровами не меньше 1′ 3″, но часто дѣлается также въ 1′ 6″ до 2′.

Топочныя дверцы имѣютъ ширину и высоту приблизительно въ 10″.

Послѣдній оборотъ голландскихъ печей обыкновенно бываетъ нисходящій и сообщается внизу горизонтальнымъ боровомъ съ дымовою трубою. Поэтому число оборотовъ должно быть четное.

По окончаніи топки печь закрывается, т.-е прекращается сообщеніе оборотовъ съ дымовою трубою для уничтоженія тяги. Для этой цѣли устраиваютъ обыкновенно такъ-называемыя вьюшки, состоящія изъ чугунной рамки с (Таб. 142, черт. 1628) и двухъ крышекъ, изъ которыхъ нижняя а, называемая блинкомъ, плоская, а верхняя b, называемая противнемъ, цилиндрическая. Вьюшка располагается въ послѣднемъ нисходящемъ оборотѣ, непосредственно надъ отверстіемъ борова (Таб. 142, черт. 1629), или внѣ печи въ такъ-называемой подверткѣ А, сообщающей послѣдній оборотъ съ дымовою трубою (Таб. 142, черт. 1630). Расположеніе вьюшки въ вертикальной части дымовой трубы неудобно, такъ-какъ она легко можетъ повреждаться при чисткѣ послѣдней.

Надъ вьюшкою приходится располагать отверстіе для укладыванія крышекъ, плотно закрываемое двойными дверцами.

Вьюшки нерѣдко замѣняются такъ-называемымы барабанами (Таб. 143, черт. 1631), вращающимися около горизонтальной оси.

Для печей, отапливаемыхъ каменнымъ углемъ, плотный затворъ вьюшками оказывается неудобнымъ, такъ-какъ этимъ способствуется распространенію въ комнатахъ запаха, происходящаго отъ постороннихъ примѣсей угля.

Если печи сообщаются съ дымовою трубою желѣзными натрубками, то употребляются иногда для закрыванія печей обыкновенныя задвижки,

Для опредѣленія величины поверхности нагрѣва кирпичныхъ печей, можно полагать на 1 квадр. футъ поверхности нагрѣва отъ 35 до 50 кубическихъ футовъ нагрѣваемаго пространства, смотря по числу охлаждающихся стѣнъ, по величинѣ поверхности оконъ и по тому, холодны ли потолокъ и полъ или теплы. Кромѣ того, слѣдуетъ еще имѣть въ виду, что 1 квадр. футъ поверхности нагрѣва большой печи нагрѣваетъ большее число кубическихъ футовъ комнатнаго воздуха, чѣмъ 1 квадр. футъ поверхности нагрѣва маленькой печи. При печахъ съ притокомъ наружнаго воздуха низкой температуры, поверхность нагрѣва должна быть гораздо больше.

При опредѣленіи размѣровъ кирпичныхъ печей, облицованныхъ изразцами, приходится соображаться съ размѣрами послѣднихъ, у которыхъ обыкновенно ширина въ 7″ и высота въ 10″.

На чертежахъ 1631—1634 на таб. 143 изображена голландская печь о 6-ти вертикальныхъ оборотахъ. Подъ возвышается на 10″ надъ основаніемъ печи, которое состоитъ изъ такъ-называемыхъ шанцевъ. Относительно толщины стѣнки указываемъ на выше сказанное.

Циркуляція дымовыхъ газовъ по оборотамъ ясна изъ номерованія послѣднихъ.

На чертежахъ 1635 и 1636 на таб. 143 представлена голландская печь о 6-ти оборотахъ (колодцахъ), продолженныхъ внизъ въ промежутокъ между наружными стѣнками печи и стѣнками топливника.

На чертежахъ 1637—1642 на таб. 143 показана голландская печь съ горизонтальными оборотами (винтами). Стѣнки послѣднихъ основываются на желѣзныхъ полосахъ, расположенныхъ по ширинѣ печи.

На чертежахъ 1643—1650 на таб. 144 представлена голландская угловая печь, внутри которой помѣщена воздушная камера n.

Русская печь. На чертежахъ 1651—1653 на таб. 145 изображены планъ и два разрѣза русской печи, представляющей самый употребительный нагрѣвательный приборъ въ Россіи, въ избахъ крестьянъ и городскихъ помѣщеніяхъ рабочихъ. Онъ состоитъ изъ горнила c, возвышеннаго надъ поломъ комнаты до $2^1/_2$'. Внизу горнила находится пространство b, называемое подшесткомъ и перекрытое сводомъ. На этомъ сводѣ основывается подъ горнила, состоящія изъ горизонтальнаго ряда обыкновеннаго или подового кирпича. Горнило c ограждается стѣнками и перекрывается сводомъ. Въ лицевой стѣнкѣ горнила находится устье m высотою въ 14″ и шириною въ 19″. Передъ устьемъ расположенъ шестокъ f, надъ которымъ устроено хайло h, для удаленія дымовыхъ гизовъ прямо въ дымовую трубу или прежде въ оборотъ i; здѣсь находится вьюшка k. Площадь горнила составляетъ не менѣе $10^1/_2$ квадр. футовъ (2×1 аршинъ). Эта печь устраивается для приготовленія кушанья, печенія хлѣба и служитъ одновременно для отапливанія помѣщенія, въ которомъ она находится. Отверстія горнила закрывается по окончаніи топки желѣзною заслонкою, вслѣдствіе чего, при большой теплоемкости печи, теплота передается окружающему воздуху. Такъ какъ русская печь такого рода не имѣетъ оборотовъ, то она требуетъ значительнаго количества топлива, вслѣдствіе чего она въ настоящее время часто устраивается съ оборотами, какъ это показано на чертежахъ 1654—1658 на таб. 145. Подъ горнила c имѣетъ длину въ 5′ 10″ и ширину въ 4′ 8″. Черезъ a обозначается шестокъ, черезъ b устье топки и черезъ d дымовая труба.

Подъ сводомъ горнила помѣщены 5 горизонтальныхъ оборотовъ e, f, g, h, k, называемыхъ винтами (Таб. 145, черт. 1656 и 1657). Послѣдній оборотъ k выходитъ въ дымовую трубу черезъ вьюшку m и задвижку n (Таб. 145, черт. 1655). Черезъ хайло r дымовые газы входятъ изъ горнила въ первый оборотъ l, а при закрытой вьюшкѣ выходятъ черезъ отверстіе b въ шестокъ a и изъ послѣдняго черезъ отверстіе o въ дымовую трубу.

Въ послѣднее время часто устраиваются въ желѣзнодорожныхъ казармахъ сторожей и рабочихъ усовершенствованныя русскія печи, въ которыхъ глухой шестокъ замѣненъ небольшою плитою о двухъ конфоркахъ.

Утермарковскія печи носятъ свое названіе по имени своего изобрѣтателя и довольно распространены въ Россіи. Онѣ состоятъ изъ цилиндрическаго кожуха изъ листового желѣза, внутри котораго устроены изъ кирпича вертикальные обороты. Печи такого рода встрѣчаются обыкновенно съ притокомъ наружнаго или комнатнаго воздуха, для чего помѣщена внутри печи камера или коробка изъ чугуна или котельнаго желѣза. Поперечникъ утермарковскихъ печей дѣлается отъ 1′ 9″ до 2′ 4″. Топливникъ раньше часто перекрывался чугунною плитою; но послѣдняя сильно раскаливается и легко трескается, почему въ настоящее время топливникъ утермарковскихъ печей перекрывается сводомъ толщиною въ $^1/_2$ кирпича. По небольшому вѣсу утермарковскихъ печей, онѣ устраиваются непосредственно на настилкѣ изъ толстыхъ досокъ между потолочными балками.

По меньшей толщинѣ стѣнокъ указанныхъ печей, комнатный воздухъ при топкѣ быстрѣе нагрѣвается, чѣмъ при кирпичныхъ печахъ, и температура поверхности печи бываетъ выше.

На чертежахъ 1659—1664 на таб. 145 показаны вертикальные и горизонтальные разрѣзы печи о 8 обооотахъ по виду утермарковской печи, приспособленной къ вентиляціи.

Наружный воздухъ приводится каналами g, e, f, i къ камерѣ или коробкѣ k. Если вмѣсто наружнаго воздуха долженъ приводиться къ камерѣ комнатный воздухъ, то закрываютъ каналъ g задвижкою h и открываютъ дверцы d, сообщающія каналы e съ комнатою.

Нагрѣтый воздухъ выходитъ изъ камеры k по каналамъ l. Дымовые газы выходятъ изъ топливника черезъ хайло c въ обороты $a_1 \ldots a_8$ и уносятся по натрубку въ дымовую трубу. Задвижка o служитъ для уменьшенія площади оборота a_7 въ послѣдній періодъ горѣнія топлива, чѣмъ и уменьшается притокъ воздуха для горѣнія, соотвѣтственно имѣющемуся еще количеству топлива.

На чертежахъ 1665—1668 на таб. 146 изображены одинъ вертикальный и три горизонтальныхъ разрѣза утермарковской печи о 6 оборотахъ съ притокомъ наружнаго или комнатнаго воздуха. Внутри печи находится также камера или коробка. Печь устроена на шанцахъ, образующихъ каналы, по которымъ воздухъ проводится въ каналы g и,

посредствомъ послѣднихъ, въ камеру. Вверху камеры расположены два отверстія f, въ которыя вставлены желѣзныя трубочки для вывода нагрѣтаго воздуха въ комнату. Дымовые газы выходятъ изъ топливника черезъ хайло h въ обороты.

Противъ подвертокъ располагаются дверцы для чистки оборотовъ, если печь приходится топить каменнымъ углемъ.

Вмѣсто глухого пода въ означенномъ примѣрѣ устроена колосниковая рѣшетка d, подъ которою необходимы зольникъ c и поддувало b. Стѣнки оборотовъ утермарковскихъ печей дѣлаются толщиною въ $^1/_4$ кирпича.

Кромѣ только-что показанныхъ видовъ комнатныхъ печей, имѣется еще много другихъ, менѣе употребительныхъ, о которыхъ мы здѣсь говорить не будемъ.

2) **Металлическія печи.** Металлическія печи устраиваются преимущественно изъ чугуна и желѣза, а иногда также изъ мѣди.

Онѣ топятся почти исключительно минеральнымъ топливомъ, какъ-то: каменнымъ углемъ, антрацитомъ и коксомъ. Спекающагося каменнаго угля слѣдуетъ избѣгать.

Металлическія печи обладаютъ малою теплоемкостью; онѣ быстро нагрѣваются, но, по прекращенію топки, скоро остываютъ. Поэтому такія печи требуютъ безпрерывной топки, что представляетъ значительный недостатокъ ихъ. Кромѣ того, поверхность металлическихъ печей нагрѣвается до очень высокой температуры, и часто даже раскаливается, такъ-что нагрѣваніе комнатнаго воздуха главнымъ образомъ происходитъ отъ лучеиспусканія теплоты.

Для увеличенія теплоемкости металлическихъ печей и устраненія, до нѣкоторой степени, выше упомянутыхъ недостатковъ, топливникъ и дымоходы внутри обдѣлываются кирпичомъ или глиною. Для увеличенія поверхности нагрѣва, печи снабжаются наружными приливными ребрами или двойными, наружными и внутренними.

Для уменьшенія непріятнаго дѣйствія лучеиспусканія поверхности нагрѣва печи, послѣдняя закрывается кожухомъ, а иногда и двумя.

Такъ-какъ безпрерывная топка желѣзныхъ печей требуетъ и безпрерывнаго ухода за ними, то устраиваютъ въ настоящее время, для избѣжанія этого неудобства, печи преимущественно съ такъ-называемымъ наполнительнымъ конусомъ.

Въ печи такого вида вбрасываютъ большое количество топлива, которое зажигаютъ снизу. Топливо горитъ только въ томъ мѣстѣ, гдѣ воздухъ притекаетъ изъ поддувала. По мѣрѣ того, какъ сгораютъ нижніе слои топлива, опускаются надъ ними находящіеся уже нагрѣтые слои.

Весьма распространена въ Германіи печь Мейдингера (Таб. 146, черт. 1669). Наполнительный конусъ A ограниченъ снизу глухимъ подомъ, а воздухъ для горѣнія топлива притекаетъ по приливной трубкѣ b, закрываемой дверцами c.

Свѣжее топливо набрасывается черезъ отверстіе e, закрытое во время топки дверцами.

Наполнительный конусъ окружается двойнымъ кожухомъ. Наружный кожухъ k и крышка f печи состоятъ изъ чугуна и снабжаются сквозными вырѣзками, а внутренній кожухъ l дѣлается изъ котельнаго желѣза. Промежутокъ между наполнительнымъ конусомъ и внутреннимъ кожухомъ сообщается съ комнатнымъ воздухомъ.

На чертежахъ 1670 и 1671 на таб. 146 показана печь Кустермана. Наполнительный конусъ A внутри обдѣланъ шамотовою массою толщиною въ 2″; онъ имѣетъ на наружной поверхности приливныя ребра. Внизу конуса расположена рѣшетка. Топливо набрасывается черезъ трубку B. Проходъ дымовыхъ газовъ будетъ ясенъ изъ чертежей.

Печь по системѣ Штурма (Таб. 146, черт. 1672). Эта печь рекомендуется вслѣдствіе своей приспособленности для вентиляціи и регулированія горѣнія.

Наполнительный конусъ внутри облицовывается шамотовою массою такимъ образомъ, что воздухъ для сожиганія топлива приводится къ послѣднему по чугуннымъ каналамъ, расположеннымъ по различной высотѣ. Свѣжій воздухъ приводится по каналу a. Печь окружается кожухомъ. Подробности устройства этой печи станутъ ясными изъ чертежа. Печи подобнаго вида топятся также дровами и торфомъ.

Системы желѣзныхъ печей весьма разнообразны. Мы довольствуемся только-что показанными примѣрами.

3) **Полуметаллическія печи.** При полуметаллическихъ печахъ въ составъ внутренняго устройства ихъ входятъ чугунныя и желѣзныя части, въ видѣ дымопроводовъ, воздухопроводовъ и т. д. Топливникъ внутри облицовывается кирпичомъ, а стѣнки печи снаружи обдѣлываются изразцами.

Такія печи въ Россіи очень рѣдко устраиваются.

Канальное отопленіе. Подъ канальнымъ отопленіемъ подразумѣвается такое отопленіе, при которомъ нагрѣваніе воздуха отапливаемаго помѣщенія происходитъ при помощи горизонтальнаго канала, устроеннаго изъ кирпичей изразцовъ или плоскихъ черепицъ.

Эта система отопленія представляетъ переходъ отъ мѣстнаго къ центральному отопленію и примѣняется преимущественно для отопленія теплицъ. Каналъ находится подъ поломъ или надъ нимъ.

Вся система состоитъ изъ топливника, горизонтальнаго канала и дымовой трубы. Размѣры топливника зависятъ отъ длины канала; обыкновенно длина топливника бываетъ отъ 2′ 8″ до 3′ и ширина его отъ 1′ 4″ до 1′ 8″. Топливникъ перекрывается сводомъ толщиною въ $^1/_2$ кирпича или чугунною плитою.

Длина канала не должна превосходить 100′ при поперечномъ сѣченіи въ 10″ въ квадратѣ.

Если становится необходимымъ каналъ большей длины, то располагаются два канала вмѣсто одного. Они устраиваются изъ кипричей на глиняномъ растворѣ и перекрываются часто въ началѣ двумя рядами черепицъ, а въ концу, гдѣ дымовые газы уже нѣсколько охладѣли, только однимъ рядомъ, или они устраиваются изъ изразцовъ. Каналу даютъ уклонъ отъ 1 до $2^1/_2$%.

Дно канала основывается на кирпичахъ, поставленныхъ на ребро.

Высота дымовой трубы должна быть отъ $^1/_3$ до $^1/_2$ длины канала, чтобы она могла производить потребную тягу въ нагрѣвательномъ приборѣ.

На чертежахъ 1673 и 1674 на таб. 146 изображены горизонтальный и вертикальный разрѣзы канальнаго отопленія. A представляетъ топливникъ, b рѣшетку, c зольникъ, a топочное отверстіе и B каналъ.

Если каналъ располагается подъ поломъ отапливаемаго помѣщенія, то устраивается особенный каналъ, въ которомъ помѣщенъ каналъ для дымовыхъ газовъ (Таб. 146, черт. 1675). Первый каналъ перекрывается прорѣзною чугунною плитою.

Центральное отопленіе. При центральномъ отопленіи теплота, развиваемая внѣ отапливаемаго помѣщенія, передается воздуху послѣдняго посредствомъ особыхъ проводниковъ, каковы воздухъ, вода или паръ.

Смотря по проводникамъ теплоты, различаютъ воздушные, водяное и паровое отопленія. Кромѣ того, примѣняются въ настоящее время еще: такъ называемое пароводяное отопленіе, при которомъ паръ и вода въ одно и то же время представляютъ проводникъ теплоты, водовоздушное и паровоздушное отопленія.

Центральное отопленіе особаго характера представляетъ отопленіе помощью горизонтальныхъ дымоходовъ (канальное отопленіе). Въ этомъ случаѣ продукты горѣнія сами представляютъ проводникъ теплоты, и поэтому эта система центральнаго отопленія можетъ быть разсматриваема какъ переходъ къ отопленію помѣщеній обыконвенными комнатными печами.

При центральномъ отопленіи отапливается большее или меньшее число помѣщеній одною топкою, расположенною обыкновенно въ подвалѣ отапливаемаго зданія.

Работа отопленія этимъ очень облегчается и требуетъ относительно мало персонала. Уходъ за одною только топкою и регулированіе всего аппарата центральнаго отопленія гораздо удобнѣе и проще, чѣмъ при топкахъ, помѣщенныхъ въ отдѣльныхъ комнатахъ зданія. Сверхъ того, избѣгается затруднительная разноска топлива къ отдѣльнымъ печамъ и связанное съ нею засореніе комнатъ, корридоровъ и лѣстницъ.

Въ большинствѣ случаевъ устройствомъ центральнаго отопленія достигается также сбереженіе горючаго матеріала и, вслѣдствіе незначительнаго числа топокъ въ зданіи, уменьшается опасность отъ пожара.

Центральное отопленіе обыкновенно служитъ одновременно для вентиляціи и легко можетъ быть соединяемо съ вентиляціонными приспособленіями.

Изъ только-что сказаннаго можно вывести заключеніе, что центральное отопленіе оказывается очень удобнымъ для общественныхъ зданій, заводовъ, фабрикъ, школъ и т. п.

Такъ-какъ центральное отопленіе представляетъ спеціальную отрасль техники, то мы разсмотримъ здѣсь только общее устройство различныхъ системъ центральнаго отопленія, а относительно подробнаго устройства отдѣльныхъ частей указываемъ на относящіяся сюда руководства.

a. *Воздушное отопленіе.* Устраиваютъ въ наиболѣе глубокой части зданія плотно затворенную и перекрытую сводомъ камеру. Въ этой камерѣ нагрѣвается, при помощи печи или такъ-называемыхъ калориферовъ, воздухъ, принимающій вслѣдствіе этого меньшій удѣльный вѣсъ. Нагрѣтый воздухъ увлажняется и проводится изъ высшей части камеры по такъ-называемымъ воздушнымъ или жаровымъ каналамъ, расположеннымъ въ стѣнахъ зданія, въ отдѣльныя отапливаемыя помѣщенія, между тѣмъ какъ свѣжій воздухъ снаружи безпрестанно втекаетъ въ камеру въ наиболѣе глубокой части ея.

Такое отопленіе называется вентиляціоннымъ отопленіемъ свѣжимъ воздухомъ. Обратное возвращеніе охлажденнаго комнатнаго воздуха въ камеру должно допускаться только для отопленія такихъ помѣщеній, гдѣ люди пребываютъ непродолжительное время, какъ напр. въ церквахъ, магазинахъ, переднихъ и т. п., или для такихъ частныхъ помѣщеній, гдѣ воздухъ не портится. Въ школахъ, больницахъ, театрахъ и т. п. послѣдняя система отопленія совсѣмъ не должна примѣняться.

Отопленіе съ обратнымъ возвращеніемъ охлажденнаго комнатнаго воздуха въ камеру называется циркуляціоннымъ воздушнымъ отопленіемъ. Камера устраивается лучше всего въ подвалѣ, до котораго не можетъ доходить грунтовая вода. Положеніе ея должно быть такое, чтобы возможно было, давать каналамъ для нагрѣтаго воздуха по возможности вертикальное направленіе, и чтобы горизонтальные каналы, если они неизбѣжны, имѣли только незначительное протяженіе, не больше 28′.

Поэтому рекомендуется, устраивать для отопленія большихъ зданій двѣ или нѣсколько камеръ.

Въ камерѣ помѣщается печь или калориферъ, который, для удобной чистки и поправокъ, долженъ имѣть разстояніе отъ ограждающихъ стѣнъ не менѣе 1½′, а отъ свода или потолка отъ 2′ 4″ до 3′ 3″. Для лучшаго сохраненія теплоты, стѣны камеры дѣлаются двухслойными, а именно: наружная толщина въ 1½ кирпича и внутренняя толщина въ ½ кирпича, между тѣмъ какъ толщина воздушной прослойки между обѣими стѣнами составляетъ ¼ кирпича. Входъ въ камеру затворяется хорошо изолирующею двойною желѣзною дверью, шириною въ 2′ и высотою въ 3½′.

Для освѣщенія камеры устраивается окно съ двойными рамами.

Стѣнки, полъ и потолокъ должны быть по возможности гладкими и удобными для чистки, почему они, лучше всего, устраиваются изъ сильно обожженнаго кирпича, изразцовъ и пр. Менѣе рекомендуется оштукатуриваніе ихъ цементнымъ растворомъ.

Воздухопріемники. Такъ называются отверстія въ стѣнахъ или особыя сооруженія, примыкающія къ зданію или устроенныя на нѣкоторомъ разстояніи отъ него, въ которыя вступаетъ свѣжій наружный воздухъ для отопленія помѣщеній.

Воздухопріемники должно располагать въ такихъ мѣстахъ, гдѣ не приходится опасаться порчи воздуха, отчего и слѣдуетъ избѣгать замкнутыхъ дворовъ, близости помойныхъ ямъ и т. п. Воздухопріемникъ располагается, лучше всего, на высотѣ въ 7′ надъ поверхностью земли, чтобы пыль не попадала въ печь. Бóльшая высота не рекомендуется, такъ-какъ вслѣдствіе нагрѣванія стѣнокъ пріемника повышается и температура воздуха, проводимаго черезъ него, и тѣмъ уменьшается высота напора и одновременно и скорость притекающаго воздуха. Если пріемники воздуха устроены на нѣкоторомъ разстояніи отъ зданія, то они соединяются съ камерою для калорифера подземными каналами. Тогда получается иногда довольно далекій путь для прохода свѣжаго наружнаго воздуха до камеры. Гораздо короче будетъ путь, если воздухопріемникъ представляетъ отверстіе въ стѣнѣ. Въ такомъ случаѣ впускъ воздуха въ него находится въ зависимости отъ направленія и силы вѣтра, почему и рекомендуется располагать воздухопріемникъ съ двухъ противоположныхъ сторонъ. При этомъ всегда открывается воздухопріемникъ, находящійся съ навѣтренной стороны, а пріе-

емникъ съ подвѣтренной стороны закрывается. Отверстія снабжаются проволочною сѣткою и желѣзнымъ зонтомъ, для защиты ихъ отъ проникания птицъ и дождя. Внутри зданія воздухъ приводится горизонтальнымъ каналомъ, расположеннымъ подъ поломъ нижняго или подвальнаго этажа и оканчивающимся отверстіемъ въ нижнюю часть камеры у ея пола.

Внутренняя поверхность воздухопріемника должна быть по возможности гладкою. Поэтому воздухопріемники устраиваются такъ, какъ и камера, изъ сильно обожженныхъ кирпичей съ тщательною расшивкою швовъ, или они облицовываются изразцами или плитами.

Поперечное сѣченіе воздухопріемника должно имѣть такіе размѣры, чтобы человѣкъ могъ свободно пролѣзть для ихъ чистки, или, при маломъ поперечномъ сѣченіи, воздухопріемникъ долженъ быть устроенъ такимъ образомъ, чтобы возможно было очищать его по всему его протяженію тряпкою, надѣтою на длинную палку.

Для одной и той же камеры устраиваютъ не болѣе одного въ одно и то же время дѣйствующаго воздухопріемника.

Ж а р о в ы е или в о з д у ш н ы е к а н а л ы проводятъ нагрѣтый въ камерѣ воздухъ въ отапливаемыя помѣщенія. Отверстія для впуска нагрѣтаго воздуха въ нихъ, такъ называемыя хайла, располагаются въ верхней части камеры подъ сводомъ, перекрывающимъ послѣднюю. Жаровые каналы должны имѣть по возможности вертикальное направленіе. Горизонтальные каналы лучше всего, совершенно избѣгаютъ, или, если это невозможно, то длина ихъ должна быть не больше 28′ до 33′, при чемъ придаютъ имъ наклонно-восходящее направленіе.

Всѣ развѣтвленія каналовъ округляются дугою съ радіусомъ приблизительно въ 3′.

Для каждаго этажа должны быть устроены особые жаровые каналы, изъ которыхъ нагрѣтый воздухъ проводится въ отдѣльныя помѣщенія развѣтвляющимися каналами. Каждое помѣщеніе должно имѣть особый каналъ, но иногда отапливаются и два помѣщенія одного и того же этажа только однимъ каналомъ, поперечному сѣченію котораго даютъ надлежащіе размѣры.

Жаровые каналы устраиваются въ кладкѣ стѣнъ во время возведенія послѣднихъ и облицовываются, лучше всего, изразцами или гончарными трубами.

Если приходится отапливать съ одной камеры помѣщенія, находящіяся въ различныхъ этажахъ, то хайла жаровыхъ каналовъ въ сводѣ камеры располагаются на различной высотѣ, при чемъ хайла жаровыхъ каналовъ для нижняго этажа должны занимать наивысшее мѣсто. Для отапливанія помѣщенія одного и того же этажа съ одной камеры оказывается цѣлесообразнымъ, устраивать надъ камерою для калориферовъ еще вторую собирательную камеру для нагрѣтаго воздуха, въ которой различныя температуры послѣдняго выравниваются. Изъ этой собирательной камеры проводятъ жаровые каналы въ отапливаемыя помѣщенія.

Поперечное сѣченіе жаровыхъ каналовъ должно быть не меньше 100 кв. дюйм.

Ж а р о в ы е д у ш н и к и, черезъ которые впускается нагрѣтый воздухъ изъ жаровыхъ каналовъ въ отапливаемыя помѣщенія, располагаются, лучше всего, въ серединѣ высоты помѣщенія, а во всякомъ случаѣ на высотѣ отъ $6^1/_2{}'$ до $7^1/_2{}'$ надъ поломъ.

Жаровые душники снабжаются клапанами для регулированія и полнаго прекращенія впуска нагрѣтаго воздуха въ помѣщенія. Эти клапаны устраиваются различнымъ образомъ.

У д а л е н і е и с п о р ч е н н а г о к о м н а т н а г о в о з д у х а. Испорченный воздухъ лучше всего удаляютъ у пола, гдѣ онъ холоднѣе, чѣмъ во всякой другой части помѣщенія. Кромѣ того, располагаются для удаленія испорченнаго воздуха изъ верхней части помѣщенія часто еще вытяжные душники подъ потолкомъ, сообщаемые съ отводными каналами. Оба отверстія снабжаются рѣшеткою и клапаномъ для регулированія удаленія воздуха.

Калориферы. Калориферы устраиваются весьма разнообразныхъ видовъ изъ кирпичей, изразцовъ, гончарныхъ трубъ и желѣза. Калориферы изъ глинянаго матеріала обладаетъ большою теплоемкостью, а изъ желѣза малою. Поэтому послѣдніе представляютъ то неудобство, что, по прекращеніи ихъ топки, черезъ нѣсколько часовъ прекращается и нагрѣваніе воздуха отапливаемыхъ помѣщеній. Относительно устройства калориферовъ, указываемъ на спеціальныя руководства. Замѣтимъ только, что вообще предпочитаютъ калориферы съ вертикальными оборотами или трубами, такъ-какъ полезное дѣйствіе ихъ больше полезнаго дѣйствія калориферовъ съ горизонтальными оборотами или трубами.

При устройствѣ калориферовъ должно обратить особое вниманіе на то, чтобы отдѣльныя части ихъ были соединены между собою такъ, чтобы дымовые газы не могли проникать изъ нихъ въ камеру. Набрасываніе топлива и регулированіе топки производится внѣ камеры. Стѣнки калориферовъ должны быть по возможности гладкими и во всѣхъ частяхъ удобными для чистки.

Величину калориферовъ можно опредѣлить на основаніи вычисленнаго количества теплоты, требуемаго для отопленія помѣщеній. Приблизительно можно положить, что для 175 куб. футовъ отапливаемаго помѣщенія будетъ достаточнымъ 1 квадр. футъ поверхности нагрѣва калорифера.

На чертежѣ 1676 на таб. 146 показанъ примѣръ для расположенія жаровыхъ и вытяжныхъ каналовъ, который на основаніи предыдущаго будетъ понятенъ безъ дальнѣйшихъ объясненій.

Устройство воздушнаго отопленія и приспособленія для регулированія его бываютъ очень просты и поэтому требуютъ сравнительно небольшихъ издержекъ. Сверхъ того, эта система доставляетъ возможность удобнаго соединенія отопленія съ вентиляціею. Съ другой стороны, при воздушномъ отопленіи показываются слѣдующіе недостатки; температура вступающаго въ отапливаемыя помѣщенія нагрѣтаго воздуха должна быть довольно высокою, чѣмъ способствуется болѣе быстрому разложенію пыли, содержащейся въ воздухѣ; кромѣ того, жаровые каналы расположены обыкновенно во внутреннихъ стѣнахъ зданія, и поэтому нагрѣтый воздухъ входитъ въ отапливаемыя помѣщенія вдали отъ оконъ, вслѣдствіе чего происходитъ неравномѣрное распредѣленіе теплоты по горизонтальному направленію; наконецъ, по высокому положенію душниковъ, черезъ которые входитъ нагрѣтый воздухъ въ помѣщенія, температура въ верхней части послѣднихъ выше, чѣмъ въ нижней, что неблагопріятно въ гигіеническомъ отношеніи.

б. *Водяное отопленіе.* При водяномъ отопленіи устанавливается въ особомъ помѣщеніи котелъ, въ которомъ нагрѣвается вода. Нагрѣтая вода проводится металлическими трубами по всему зданію въ мѣстные нагрѣвательные приборы, состоящіе обыкновенно изъ системы металлическихъ трубъ и отапливающіе отдѣльныя помѣщенія.

Движеніе нагрѣтой воды въ трубахъ происходитъ отъ разницы температуръ воды въ подымающейся и опускающейся части трубопровода.

Смотря по температурѣ, до которой нагрѣвается вода, различаютъ слѣдующія системы водяного отопленія.

1) **Водяное отопленіе низкаго давленія,** при которомъ вода нагрѣвается не выше чѣмъ отъ 80° до 100° по Цельзію.

2) **Водяное отопленіе средняго давленія,** при которомъ температура воды должна составлять не болѣе 100° до 130° по Цельзію, если устройство отопленія похоже на устройство отопленія низкаго давленія, и не болѣе 120° до 150° по Цельзію, если устройство удовлетворяетъ условіямъ отопленія высокаго давленія.

3) **Водяное отопленіе высокаго давленія,** при которомъ вода нагрѣвается отъ 150° до 200° по Цельзію.

Въ составъ каждой системы водяного отопленія входятъ слѣдующія главныя части:

a. *Водогрѣйный котелъ,* помѣщенный въ подвалѣ или нижнемъ этажѣ.

b. *Циркуляціонныя трубы,* по которымъ двигается нагрѣтая вода, служащая для отапливанія помѣщеній.

c. *Расширительный сосудъ*, который устанавливается въ наивысшей точкѣ системы и имѣетъ назначеніе, принимать избытокъ воды, заключающейся въ системѣ и увеличивающейся въ объемѣ при нагрѣваніи въ котлѣ и циркуляціонныхъ трубахъ.

d. *Нагрѣвательные приборы*, образуемые частью циркуляціонными трубами, а большею частью системою особенныхъ трубъ, отвѣтвляющихся отъ циркуляціонныхъ трубъ.

Для хорошаго дѣйствія водяного отопленія слѣудетъ соблюдать, чтобы вода для наполненія котла и трубъ была по возможности чиста, чтобы не образовались въ нихъ осадки.

1) **Водяное отопленіе низкаго давленія.** Чертежи 1677—1679 на таб. 147 показываютъ въ схематическомъ видѣ три главныхъ способа расположенія циркуляціонныхъ трубъ.

При расположеніи по чертежу 1677 на таб. 147, нагрѣвшаяся въ котлѣ A вода проводится непосредственно по подъемной трубѣ a на чердакъ отапливаемаго зданія и распредѣляется оттуда горизонтальными трубами b такимъ образомъ, чтобы опускающіяся трубы c проводили нагрѣтую воду къ нагрѣвательнымъ приборамъ d отдѣльныхъ отапливаемыхъ помѣщеній и оттуда опускныя возвратныя трубы f охладѣвшую уже воду въ собирательную трубу B, оканчивающуюся подъ котломъ.

При расположеніи по чертежу 1678 на таб. 147, распредѣленіе воды производится внизу, а подъемныя трубы a проводятъ нагрѣтую воду вверхъ непосредственно къ отдѣльнымъ нагрѣвательнымъ приборамъ c; возвратныя или опускныя трубы b проводятъ воду опять назадъ въ собирательную трубу B и вмѣстѣ съ тѣмъ въ котелъ.

При третьемъ способѣ расположенія циркуляціонныхъ трубъ по чертежу 1679 на таб. 147, подъемная труба a проводитъ нагрѣтую воду непосредственно до чердака; отттуда она распредѣляется горизонтальными трубами b, какъ при первомъ расположеніи, и притекаетъ по опускнымъ трубамъ c къ отдѣльнымъ нагрѣвательнымъ приборамъ d. Эти опускныя трубы въ то же время принимаютъ стекающую изъ нагрѣвательныхъ приборовъ воду и проводятъ ее въ котелъ.

Которое изъ только-что изложенныхъ трехъ видовъ расположенія циркуляціонныхъ трубъ въ данномъ случаѣ окажется наиболѣе удобнымъ, зависитъ отъ устройства зданія. Третій способъ расположенія циркуляціонныхъ трубъ рекомендуется тогда, если приходится устраивать водяное отопленіе только для двухъ этажей, въ какомъ случаѣ вода, стекающая изъ нагрѣвательныхъ приборовъ верхняго этажа, имѣетъ еще столь высокую температуру, чтобы могла придавать нагрѣвательнымъ приборамъ нижняго этажа достаточное количество тепла для отапливанія помѣщеній. Кромѣ того, примѣняется послѣдній способъ расположенія циркуляціонныхъ трубъ еще тамъ, гдѣ нельзя помѣстить вертикальныя трубы въ углубленіяхъ стѣнъ, такъ-что оказывается желательнымъ, получить только одну трубу, служащую одновременно для приведенія воды къ отдѣльнымъ нагрѣвательнымъ приборамъ и для отведенія воды изъ нихъ.

На предыдущихъ трехъ чертежахъ показано также расположеніе расширительнаго сосуда E и котла A.

Первоначальное устройство водяного отопленія требуетъ значительныхъ издержекъ, но зато обладаетъ многими достоинствами и представляетъ одну изъ наилучшихъ системъ отопленія зданій.

Значительное достоинство настоящей системы въ гигіеническомъ отношеніи заключается въ томъ, что температура поверхностей нагрѣвательныхъ приборовъ не превосходитъ 95° и проникновеніе угара въ отапливаемое помѣщеніе не возможно. Регулированіе передачи теплоты отдѣльными мѣстными нагрѣвательными приборами очень просто, такъ-что постоянно можно поддерживать температуру въ каждомъ помѣщеніи на желаемой высотѣ.

Напротивъ того, водяное отопленіе имѣетъ тотъ недостатокъ, что вентиляція отапливаемыхъ помѣщеній требуетъ особыхъ приспособленій.

2) **Водяное отопленіе средняго давленія** устраивается по образцу водяного отопленія низкаго или высокаго давленія, при чемъ приходится, при разсчетѣ отдѣльныхъ частей системы, принимать въ соображеніе меньшее или большее расширеніе воды.

3) **Водяное отопленіе высокаго давленія.** Схема расположенія составныхъ частей этой системы отопленія представлена на чертежѣ 1680 на таб. 147.

Нагрѣвшаяся въ котлѣ A вода проводится по подъемной трубѣ a до нагрѣвательнаго прибора H верхняго этажа и оттуда направляется,

опускаясь и проходя черезъ нагрѣвательные приборы ниже лежащихъ этажей, обратно къ котлу. Такимъ образомъ получаются совершенно замкнутые трубопроводы и безпрерывная циркуляція воды, при которой располагается, для передачи потребнаго количества теплоты въ отапливаемыхъ помѣщеніяхъ, труба соотвѣтственной длины, въ видѣ змѣевиковъ или спиралей.

Труба имѣетъ обыкновенно поперечникъ въ свѣту приблизительно въ 1″, а наружный въ 1⁵/₁₆″.

Чтобы принять избытокъ объема воды, происходящій отъ расширенія ея вслѣдствіе нагрѣванія, и для того, чтобы держать систему затворенною, необходимъ клапанъ съ соразмѣрною нагрузкою, связанный съ циркуляціонными трубами и помѣщенный въ расширительномъ сосудѣ E, или располагаютъ для этой цѣли воздушный котелъ.

Наполненіе трубопровода водою производится снизу при помощи нагнетательнаго насоса.

Вся длина трубъ одной системы не должна превосходить приблизительно 600′, смотря по чему и опредѣляется число системъ въ отапливаемомъ зданіи.

Котелъ долженъ имѣть такое положеніе, чтобы приводныя и отводныя трубы и части трубопровода между двумя отапливаемыми помѣщеніями сдѣлались по возможности короткими.

Къ одной системѣ должны принадлежать только такія помѣщенія, которыя приходится отапливать въ то же самое время.

Если отапливаемыя помѣщенія находятся другъ возлѣ друга въ одномъ и томъ же этажѣ, то нагрѣвательные приборы въ видѣ спиралей или змѣевиковъ располагаются по чертежамъ 1681 и 1682 на таб. 147.

Такъ-какъ система водяного отопленія высокаго давленія не имѣетъ никакой теплоемкости, то становится необходимою безпрерывная топка. По прекращеніи топки вся система совершенно охлаждается уже черезъ два часа. Не смотря на это, расходъ топлива при этой системѣ бываетъ сравнительно небольшой.

Первоначальное устройство водяного отопленія требуетъ приблизительно отъ ½ до ⅔ издержекъ на устройство водяного отопленія низкаго давленія.

Недостатки системы слѣдующіе: быстрое охлажденіе, опасность замерзанія, непріятный запахъ сгорѣвшей пыли, осаждающейся на трубахъ.

в. *Паровое отопленіе.* Отопленіе такого рода примѣняется преимущественно тамъ, гдѣ имѣется въ распоряженіи водяной паръ, какъ на пр. на фабрикахъ и заводахъ, гдѣ работаютъ силою пара и гдѣ, поэтому, можно употреблять въ пользу отопленія мятый, отработавшій паръ.

При устройствѣ особеннаго парового отопленія необходимы дорогіе паровые котлы, сложные трубопроводы для пара и воды, происходящей отъ конденсаціи пара, и разнообразные нагрѣвательные приборы. Кромѣ этого, представляетъ паровое отопленіе для домашнихъ цѣлей еще нѣкоторыя неудобства.

Паровое отопленіе основывается на утилизаціи такъ-называемой скрытой теплоты, выдѣляющей при сгущеніи водяного пара, при чемъ эта теплота передается стѣнкамъ трубъ и послѣдними воздуху отапливаемыхъ помѣщеній.

Различаютъ при паровомъ отопленіи двѣ системы. При первой системѣ вода, происходящая отъ сгущенія пара, употребляется для производства новаго пара, а при второй конденсанціонная вода спускается безъ употребленія.

Каждое паровое отопленіе состоитъ изъ парового котла для производства пара, приводныхъ трубъ, нагрѣвательныхъ трубъ, служащихъ для отапливаній помѣщеній, и отводныхъ трубъ для охлажденной конденсаціонной воды. Кромѣ того, необходимы еще приспособленія для регулированія и прекращенія отопленія. На чертежѣ 1683 на таб. 147 представлено общее расположеніе парового отопленія. Паровой котелъ установленъ въ нижней точкѣ системы. Подъемная труба a доходитъ до чердака, гдѣ отвѣтвляется отъ него соотвѣтственное число горизонтальныхъ распредѣлительныхъ трубъ b, опускающихся въ нижніе этажи, гдѣ опять отвѣтвляются нагрѣвательныя трубы c, образующія нагрѣвательные приборы для отапливанія отдѣльныхъ помѣщеній. Изъ нагрѣвательныхъ приборовъ вода, полученная отъ конденсаціи пара, проводится по вертикальнымъ опускнымъ трубамъ d въ

горизонтальныя трубы f, и оттуда до нижней части парового котла.

Паровое отопленіе устраиваютъ съ низкимъ и высокимъ давленіемъ.

г. *Пароводяное отопленіе* представляетъ комбинацію водяного и парового отопленій, при которой главные недостатки обѣихъ системъ значительно уменьшаются. Эта комбинація дѣлаетъ возможнымъ, придать паровому отопленію теплоемкость и удобство регулированія теплоты, а при водяномъ отопленіи она доставляетъ возможность провести теплоту изъ одного мѣста, при помощи пара, на весьма значительное протяженіе. Общее устройство пароводяного отопленія производится троякимъ образомъ. Устраиваютъ для цѣлаго зданія или для отдѣльныхъ помѣщеній обыкновенное водяное отопленіе,при чемъ вода въ котлѣ нагрѣвается паровыми трубами, помѣщенными въ немъ, или устанавливаютъ въ отдѣльныхъ отапливаемыхъ помѣщеніяхъ нагрѣвательные приборы, наполненные водою, которая нагрѣвается паровыми трубами, или, наконецъ, проводятъ паръ непосредственно въ отдѣльные нагрѣвательные приборы, въ которыхъ, смотря по надобности, конденсаціонная вода накопляется.

д. *Водовоздушное отопленіе.* При этой системѣ отопленія помѣщается въ согрѣвательной камерѣ, вмѣсто обыкновенныхъ калориферовъ, для производства теплоты водогрѣйный котелъ, снабженный подъемною и опускною водопроводными трубами. Входящій въ камеру наружный воздухъ нагрѣвается и употребляется для отапливанія помѣщеній, находящихся вблизи камеры, между тѣмъ какъ болѣе отдаленныя помѣщенія отапливаются нагрѣвательными приборами, находящими примѣненіе при водяномъ отопленіи.

е. *Паровоздушное отопленіе.* При этой системѣ отопленія помѣщаются въ согрѣвательной камерѣ паровыя трубы для нагрѣванія входящаго въ нее воздуха, служащаго для отапливанія ближайшихъ помѣщеній. Болѣе отдаленныя помѣщенія отапливаются паромъ, какъ при обыкновенномъ паровомъ отопленіи. Обыкновенно паровоздушное отопленіе соединено съ приспособленіями для вентиляціи помѣщеній.

Устройство упомянутой системы отопленія рекомендуется тамъ, гдѣ приходится отапливать далеко другъ отъ друга находящіяся помѣщенія посредствомъ центральной топки.

Кухонные очаги. Кухонные очаги устраиваются изъ чугуна и желѣза или изъ кирпичей и изразцовъ. Чугунные и желѣзные кухонные очаги изготовляются на фабрикахъ. Они имѣютъ, не смотря на цѣлесообразность ихъ внутренняго устройства, то неудобство, что лучистая теплота, развиваемая ими во время топки, въ теплое время года дѣлаетъ .пребываніе въ кухнѣ почти нестерпимымъ. Поэтому приходится предпочитать кухонные очаги изъ кирпичей съ облицовкою наружныхъ стѣнокъ изразцами, а также и безъ нея.

Въ составъ кухоннаго очага входятъ обыкновенно слѣдующія части.

1) **Плита.** Пиита состоитъ изъ отдѣльныхъ досокъ изъ чугуна или изъ котельнаго желѣза безъ отверстій, или она отливается цѣлою изъ чугуна съ отверстіями, такъ-называемыми канфорками. Въ первомъ случаѣ вареніе пищи происходитъ въ кастрюляхъ и горшкахъ, поставленныхъ на плиту, а во второмъ кастрюли помѣщаются въ канфорки, так-что нижняя часть ихъ соприкасается съ пламенемъ въ топливникѣ. Первый способъ устройства плиты слѣдуетъ предпочитать, такъ-какъ дѣйствіе огня тѣмъ сильнѣе, чѣмъ свободнѣе и равномѣрнѣе огонь можетъ распространяться по нижней поверхности плиты и чѣмъ болѣе онъ защищенъ отъ охлажденія. Кастрюли и горшки, соприкасающіеся съ огнемъ, значительно препятствуютъ процессу горѣнія и нагрѣванія. Особенное неудобство, сверхъ того, заключается еще въ томъ, что при снятіи кастрюлей холодный наружный воздухъ проникаетъ въ топливникъ, чѣмъ понижается температура въ немъ.

Полезное дѣйствіе кухонныхъ очаговъ обусловливается также направленіемъ дымовыхъ газовъ. Чтобы заставить послѣдніе распространяться съ равномѣрною скоростью по нижней поверхности плиты, придаютъ имъ, лучше всего, въ оборатахъ сперва нисходящее направленіе, которое противодѣйствуетъ стремленію газовъ подыматься въ ды-

мовую трубу, чѣмъ они заставляются отдавать плитѣ большее количество теплоты.

2) **Печь для жаренія и печенія.** Такая печь представляетъ замкнутый ящикъ и устраивается изъ чугуна или котельнаго желѣза. Она помѣщается внутри кухоннаго очага, такъ чтобы дымовые газы шли около нея. Рекомендуется, проводить обороты сперва по крышкѣ, потомъ по боковой стѣнкѣ и, наконецъ, по дну и задней стѣнкѣ печи.

3) **Котелъ для нагрѣванія воды.** Вода, нагрѣтая въ котлѣ, употребляется преимущественно для мытья посуды, но если она идетъ также на приготовленіе пищи, то приходится эмалировать или лудить котелъ.

4) **Шкафы для сохраненія кушанья въ нагрѣтомъ состояніи.** Эти шкафы помѣщаются такъ, чтобы дымовые газы, отапливающіе ихъ, уже нѣсколько охладѣли и не могли производить въ нихъ высокую температуру.

Высота плиты кухоннаго очага надъ поломъ должна составлять 2′ 6″ до 2′ 8″.

Системы устройства кухонныхъ очаговъ довольно разнообразны. Мы ограничимся, дать только три примѣра, которые должны объяснить выше сказанное и могутъ служить, въ данномъ случаѣ, образцами для устройства кухонныхъ очаговъ подобнаго вида.

На чертежахъ 1684—1687 на таб. 147 представленъ кухонный очагъ о трехъ канфоркахъ. Чертежи 1686 и 1866 на таб. 147 показываютъ вертикальные разрѣзы, чертежъ 1685 на таб. 147 — горизонтальный разрѣзъ, а чертежъ 1687 на таб. 147 — переднiй видъ очага. Теченіе дымовыхъ газовъ будетъ ясно изъ чертежей. Ширина и длина очага дѣлаются въ 2′ 8″ до 3′.

На чертежахъ 1688—1692 на таб. 148 изображенъ кухонный очагъ съ плитою и одною канфоркою, расположенною непосредственно надъ топкою. Очагъ имѣетъ ширину въ 2½′, а длину въ 4′ 3″.

Значеніе буквъ: h — поддувало, i — зольникъ, k — горнило или топливникъ, l — дымоходы, m — желѣзный натрубокъ, проводящій дымовые газы въ дымовую трубу (соединительная труба въ чертежахъ пропущена), n — печь для жаренія и печенія, n′ — печь для сохраненія кушанья въ нагрѣтомъ состояніи, o — водогрѣйный котелъ, r — клапанъ, s — облицовка стѣны, v — вертикальная плита.

При помощи вертикальной плиты v и клапана r, печи n и n′ могутъ исключаться изъ отопленія дымовыми газами, направляющимися при положеніи клапана r, показанномъ на чертежѣ 1689 на таб. 148, непосредственно въ дымовую трубу. Если клапану r даютъ горизонтальное положеніе, то дымовые газы проходятъ по дымоходамъ l и затѣмъ удаляются въ дымовую трубу.

Часто пропускаютъ натрубокъ и проводятъ дымовые газы непосредственно въ дымовую трубу внизу плиты.

При топкѣ кухонныхъ очаговъ каменнымъ или хорошимъ бурымъ углемъ разстояніе плиты отъ рѣшетки должно составлять приблизительно 7″, а при топкѣ дровами или торфомъ это разстояніе дѣлается отъ 9″ до 10″.

Англійскій кухонный очагъ, показанный на чертежахъ 1693—1696 на таб. 148, весьма употребителенъ въ западныхъ странахъ Россіи. Онъ состоитъ изъ чугунной плиты съ конфорками g. Отверстіе по вынутіи кастрюлей закрывается кольцевыми крышками. Черезъ a обозначается топливникъ, а черезъ b зольникъ. Сначала дымовые газы распространяются подъ плитою, проводятся по оборотамъ c_1, c_2, c_3, вокругъ печи d, при чемъ они соприкасаются со стѣнкою водогрѣйнаго котла e и удаляются изъ послѣдняго оборота c_3 въ дымовую трубу f, положеніе которой можетъ быть различно. Кухонные очаги съ водогрѣйнымъ котломъ и о двухъ канфоркахъ, расположенныхъ одна за другою, имѣютъ длину обыкновенно въ 4′, а ширину въ 2′ 7″, а очагъ о трехъ канфоркахъ такого же положенія имѣетъ длину въ 5′ и ширину въ 2′ 7″.

Въ настоящее время часто встрѣчается въ желѣзнодорожныхъ казармахъ сторожей и рабочихъ усовершенствованная русская печь, при которой глухой шестокъ замѣненъ небольшою плитою о двухъ канфоркахъ съ особымъ горниломъ. На чертежахъ 1697—1700 на таб. 148 представлена печь такого вида, подробности которой будутъ ясны безъ объясненія, изъ чертежей. Размѣры выражены въ саженяхъ.

Для удаленія испареній, отдѣляющихся при вареніи пищи, устраиваютъ вытяжную трубу, расположенную между дымовыми трубами кухонныхъ очаговъ, находящихся другъ надъ другомъ въ различныхъ этажахъ. Одна вытяжная труба достаточна для всѣхъ этажей.

Въ стѣнкѣ вытяжной трубы дѣлается въ каждомъ этажѣ отверстіе.

Желѣзный колпакъ надъ очагомъ, принимающій испаренія отъ варенія пищи и направляющій ихъ въ вытяжную трубу, все болѣе и болѣе выводится изъ употребленія, потому что онъ не красивъ и, сверхъ того, на наружной поверхности его накопляется пыль, а на внутренней сажа.

Котелъ для мойки бѣлья, приготовленія корма для скота и другихъ цѣлей (Таб. 148, черт. 1701—1703). Котелъ такого рода имѣетъ обыкновенно высоту въ 2′ 4″, а дно его находится на разстояніи 1′ отъ рѣшетки г. Зольникъ а дѣлается длиною въ 1′ 8″.

Разстояніе верхняго края котла отъ пола не должно превосходить 3′ 8″, почему и дно зольника располагается нѣсколько ниже пола. При большихъ котлахъ зольникъ располагается совершенно подъ поломъ, а рѣшетка на равной высотѣ съ послѣднимъ. Въ этомъ случаѣ зольникъ выступаетъ на 1′ 8″ за переднюю поверхность наружной стѣнки дымоходовъ и покрывается прорѣзною чугунною плитою.

Для того, чтобы топливо накоплялось надъ рѣшеткою, боковыя стѣнки топливника скашиваются. Этими стѣнками поддерживается котелъ. Топочное отверстіе дѣлается въ 10″ въ квадратѣ и перекрывается аркою или кирпичами, положенными на желѣзные бруски. Дымовые газы выходятъ изъ топливника черезъ хайло h въ обороты b и c и, прошедши по послѣднимъ вокругъ котла, удаляются въ дымовую трубу. Стѣнки оборотовъ дѣлаются толщиною въ ½ кирпича и возводятся на глиняномъ растворѣ.

Поперечное сѣченіе оборотовъ принимается въ ¼ площади рѣшетки. Для чистки оборотовъ располагаются въ трехъ мѣстахъ отверстія о, плотно закрытыя во время топки дверцами. При входѣ дымовыхъ газовъ въ дымовую трубу располагается задвижка s.

Глава X.

ОТХОЖІЯ МѢСТА.

Отхожія мѣста служатъ для отправленія естественныхъ потребностей людей. Экскременты, выдѣляемые послѣдними, распространяютъ отвратительное зловоніе и развиваютъ при разложеніи весьма вредные для здоровья человѣка газы. Поэтому слѣдуетъ вообще заботиться о томъ, чтобы при устройствѣ отхожихъ мѣстъ и удаленіи экскрементовъ по возможности удовлетворялись всѣ гигіеническія требованія и избѣгались всѣ неудобства, неизбѣжно связанныя съ устройствомъ отхожихъ мѣстъ, или по крайней мѣрѣ сдѣлались менѣе замѣтными.

Экскременты хранятся болѣе или менѣе продолжительное время вблизи строенія въ особыхъ ямахъ, изъ которыхъ они періодически вывозятся, или удаленіе нечистотъ производится безпрерывно при помощи воды, по подземнымъ сточнымъ каналамъ канализаціи.

Въ первомъ случаѣ отхожія мѣста называются обыкновенными, а во второмъ обмываемыми водою или ватерклозетами.

Отхожія мѣста въ зданіяхъ должны быть расположены такъ, чтобы легко можно было ихъ найти, но, не смотря на это, они не должны привлекать къ себѣ вниманіе.

Помѣщеніе для отхожихъ мѣстъ должно достаточно освѣщаться и провѣтриваться, что, лучше всего, производится посредствомъ окна, продѣланнаго въ наружной стѣнѣ, такъ чтобы свѣтъ и свѣжій воздухъ могли прямо проникать въ означенное помѣщеніе.

Если помѣщеніе для отхожихъ мѣстъ находится внутри зданія, то они называются внутренними, а если они устроены внѣ зданія, то носятъ названіе наружныхъ.

Главныя составныя части каждаго обыкновеннаго отхожаго мѣста слѣдующія.

Помѣщеніе для отхожаго мѣста, стульчаки, фановыя трубы и выгребъ или выгребная, помойная яма.

Помѣщеніе для отхожаго мѣста. Въ жилыхъ зданіяхъ помѣщенію для отхожаго мѣста даютъ ширину не меньше 2′ 8″ и длину въ 3′ 4″; но если допускаютъ мѣстныя условія большіе размѣры, то лучше дѣлать ширину не меньше 3′ 4″ и длину въ 4′. Дверь помѣщенія для отхожаго мѣста должна быть шириною не меньше 2′ и должна открываться при небольшихъ размѣрахъ помѣщенія наружу, а въ другомъ случаѣ внутрь.

Помѣщенія для отхожихъ мѣстъ должны от-

дѣляться отъ другихъ помѣщеній двойною дверью. или небольшою переднею, гдѣ иногда еще помѣщается отдѣльный писсуаръ P (Таб. 149, черт. 1704).

Стѣны, отдѣляющія отхожее мѣсто отъ другихъ помѣщеній, должны быть такой толщины, чтобы испорченный воздухъ изъ перваго не могъ проникать въ другія помѣщенія. Если отхожія мѣста расположены въ нѣсколькихъ этажахъ другъ надъ другомъ, то они отдѣляются одинъ отъ другого обыкновеннымъ потолкомъ; но, если надъ отхожимъ мѣстомъ находится жилое помѣщеніе, то потолокъ устраивается, лучше всего, изъ сводовъ между рельсами или двутавровыми желѣзными балками.

Стульчакъ занимаетъ всю ширину помѣщенія для отхожаго мѣста или помѣщается въ углу его или такъ, чтобы еще небольшой промежутокъ остался между нимъ и ограждающими стѣнами помѣщенія.

Ширина стульчаковъ дѣлается въ 1′ 8″ и высота отъ пола въ 1′ 7″.

Очкамъ стульчаковъ даютъ круглую форму и поперечникъ до 1′. Стульчаки устраиваются изъ деревянныхъ досокъ разнаго рода, которыя снабжаются политурою или окраскою изъ масляной краски, или только гладко острагиваются.

Очки закрываются подъемными крышками или таковыми, снабженными шарнирами, поднимающимися съ передней стороны или съ одного изъ боковъ. Въ настоящее время примѣняются для болѣе плотнаго затвора очковъ резиновыя кольца или затворныя пружины и. т. п.

Для того, чтобы люди, при отправленіи своихъ естественныхъ потребностей, не устанавливались ногами на стульчакѣ и не марали его, передняя стѣнка послѣднихъ дѣлается круглою съ горизонтальнымъ краемъ, шириною отъ 3″ до 3½″ (Таб. 149, черт. 1705 и 1706). Части a передней стѣнки стульчаковъ располагаются иногда наклонными. Той же самой цѣли стараются достигнуть наклонными сидѣньями. Но, такъ-какъ въ обоихъ случаяхъ оказывалось невозможнымъ, предотвращать мараніе стульчаковъ экскрементами, то лучше устраивать надъ стульчаками приспособленіе, состоящее изъ доски b такого положенія, чтобы лица, пользующіяся отхожими мѣстами, принуждены были садиться на стульчакъ (Таб. 149, черт. 1707).

Для того, чтобы рабочіе, занятые на фабрикахъ или заводахъ, не слишкомъ долгое время засиживались въ отхожихъ мѣстахъ, устраиваютъ такъ-называемыя *напольныя, лагерныя, временныя или рабочія отхожія мѣста*, при которыхъ вмѣсто стульчаковъ продѣланы отверстія, очки, въ полу, извѣстныя подъ названіемъ турецкихъ очковъ.

Отхожія мѣста подобнаго вида распространяютъ страшное зловоніе и оказываются весьма вредными въ гигіеническомъ отношеніи.

Временныя отхожія мѣста устраиваются въ настоящее время въ видѣ общаго сидѣнья изъ деревянныхъ досокъ съ отверстіями, дозволяющими, при помощи особыхъ приспособленій, только правильное пользованіе ими. При общественныхъ отхожихъ мѣстахъ внутри зданія оказывается какъ матеріалъ для сидѣнья наиболѣе цѣлесообразнымъ эмалированный или асфальтированный чугунъ.

Для отдѣльныхъ отхожихъ мѣстъ употребляются еще стульчаки изъ фаянса или обожженой глины, устроенные въ видѣ сидѣній безъ деревянной обдѣлки. Верхній край снабжается обыкновенно кольцомъ изъ дерева на шарнирѣ (Таб, 149, черт. 1708).

Фановыя трубы. Фановыя трубы служатъ для отведенія экскрементовъ въ выгребную яму, въ сточный каналъ канализаціи или въ закрытую бочку; онѣ соединяются съ чашкою стульчака наклонными колѣнами и образуютъ съ послѣдними уголъ не больше 25° до 30°.

Фановыя трубы устраиваются изъ эмалированнаго или асфальтированнаго чугуна и изъ глазурованной обожженой глины. Послѣднія оказываются, не смотря на ихъ гладкую поверхность, менѣе удобными, потому что соединеніе отдѣльныхъ частей фановыхъ трубъ между собою производится цементнымъ растворомъ, который не всегда препятствуетъ проиканію зловоній. Сверхъ того, въ глазурованныхъ глиняныхъ трубахъ могутъ находиться, уже передъ употребленіемъ въ дѣло, небольшія дырочки и трещины, или послѣднія могутъ произойти отъ прикрѣпленія трубъ къ осѣдающимъ стѣнамъ зданія. Въ виду этихъ недостатковъ, рекомендуются въ настоящее время преимущественно фановыя трубы изъ эмалированнаго или асфальтированнаго чугуна, между тѣмъ какъ глазурованныя глиняныя должно употреблять только при небольшой длинѣ проводовъ. Соединеніе отдѣльныхъ частей чугунныхъ фановыхъ трубъ производится раструбомъ съ запайкою свинцомъ или при помощи желѣзной замазки.

Деревянныя фановыя трубы скоро загниваютъ и становятся неплотными, почему очень рѣдко и устраиваются. Онѣ бываютъ квадратнаго сѣченія въ 12″ ширины и выдѣлываются изъ сосновыхъ досокъ, толщиною въ $2^1/_2$″, обдѣлываемыхъ черезъ каждые 5′ желѣзною полосою. Щели между досками проконопачиваются, а внутренняя поверхность осмаливается.

Фановыя трубы должны быть расположены въ зданіи такъ, чтобы они были защищены отъ дѣйствія мороза и экскременты въ нихъ не замерзали. Замерзанія фановыхъ трубъ не приходится опасаться, если наружный воздухъ отдѣленъ отъ нихъ стѣною въ $1^1/_2$ кирпича толщины и отхожее мѣсто сообщено съ отапливаемымъ помѣщеніемъ. Весьма полезно, располагать отхожее мѣсто непосредственно вблизи дымовыхъ трубъ.

Сверхъ того, слѣдуетъ избѣгать накопленія экскрементовъ въ фановыхъ трубахъ, чего достигаютъ, придавая имъ поперечникъ надлежащей величины и достаточный уклонъ. Значительные изгибы фановыхъ трубъ должны избѣгаться.

Поперечникъ фановыхъ трубъ, не омываемыхъ водою, дѣлается не меньше 6″, а лучше въ 8″ и больше. Въ зданіяхъ съ нѣсколькими этажами для фановыхъ трубъ, проходящихъ черезъ всѣ этажи, принимаютъ поперечникъ обыкновенно въ 10″.

При ватерклозетахъ нечистоты сильно разжижаются, почему и поперечникъ фановыхъ трубъ дѣлается меньше, а именно: при вертикальныхъ трубахъ въ 4″, а при немного наклонныхъ въ 5″.

Всѣ фановыя трубы должны по возможности не отклоняться отъ вертикальнаго положенія.

На чертежахъ 1709 и 1710 на таб. 149 показано соединеніе чашки стульчаковъ съ наклонными колѣнами, образующими съ фановыми трубами уголъ не больше 25° до 30°.

Иногда чашка съ наклоннымъ колѣномъ соединяется въ одно цѣлое, чтобы избѣгать накопленія нечистотъ въ послѣднемъ.

Выгребы или выгребныя ямы. Выгребныя ямы, въ которыхъ собираются нечистоты въ періодъ времени между двумя вывозами, бываютъ подземныя и устраиваются преимущественно изъ каменнаго матеріала.

При опредѣленіи объема выгребныхъ ямъ слѣдуетъ принимать въ соображеніе, что объемъ экскрементовъ одного человѣка ежегодно составляетъ приблизительно 20 куб. футовъ, изъ которыхъ $^9/_{10}$ состоятъ изъ мочи и $^1/_{10}$ изъ твердыхъ изверженій. Можно пологать, что выгребная яма очищается два раза въ годъ. Высота выгребныхъ ямъ должна быть не меньше 6′ до $6^1/_2$′.

Выгребныя ямы должны быть расположены такъ, чтобы онѣ не соприкасались съ кладкою стѣнъ зданія. Слѣдуетъ предпочитать положеніе ихъ внѣ зданія, такъ чтобы стѣнки ихъ были совершенно независимы отъ стѣнъ зданія. Но, если яма находится внутри стѣнъ, окружающихъ зданіе, то слѣдуетъ обратить особенное вниманіе на то, чтобы зловоніе и вредные газы не проникали изъ нея во внутренность зданія.

Стѣнки и дно выгребныхъ ямъ должны быть совершенно непроницаемы для жидкостей. Обыкновенно устраиваются стѣнки ихъ толщиною въ $1^1/_2$ кирпича съ прослойкою отъ $1^1/_2$″ до 2″ ширины, заполняемою цементнымъ или гидравлическимъ известковымъ растворомъ. Стѣнки ямы внутри гладко оштукатуриваются жирнымъ цементнымъ растворомъ. Дну выгребныхъ ямъ даютъ уклонъ къ одной точкѣ и округляютъ углы, чтобы облегчить чистку ямъ, или дно дѣлаютъ корытообразнымъ.

Ямы перекрываются плоскимъ сводомъ толщиною въ одинъ кирпичъ.

Весьма рекомендуется, окружать выгребныя ямы со всѣхъ сторонъ, снизу и сверху, слоемъ жирной глины толщиною въ 14″. Насыпь надъ сводомъ дѣлается тогда толщиною отъ 1′ до $1^1/_2$′.

Для кладки стѣнокъ выгребныхъ ямъ известняки и каменныя породы, содержащія въ себѣ полевой шпатъ, не допускаются, такъ-какъ они разрушаются дѣйствіемъ сырости, углекислоты и другихъ веществъ. Допускаются для этой цѣли однѣ лишь кристаллическія каменныя породы и сильно обожженные кирпичи наилучшаго качества. Чѣмъ меньше число швовъ въ кладкѣ стѣнокъ, тѣмъ плотнѣе будутъ послѣднія, почему и рекомендуется, устраивать ихъ изъ тесаннаго изъ твердаго песчаника камня, если онъ имѣется въ распоряженіи, или изъ бетона, въ видѣ камней правильной формы.

Отверстіе для чистки выгребной ямы располагается въ серединѣ сводчатаго перекрытія ея и дѣлается приблизительно въ 2′ въ квадратѣ. Это отверстіе закрывается, лучше всего, каменною подъемною плитою.

На чертежѣ 1711 на таб. 149 представлена

выгребная яма, при которой отверстіе для чистки устроено въ видѣ шахты и закрыто подъемною каменною плитою a.

Еще лучше, закрывать выгребной люкъ двумя крышками a и b, изъ которыхъ верхняя a состоитъ изъ чугуна и вставляется въ чугунную раму, между тѣмъ какъ нижняя b дѣлается изъ дерева и упирается въ небольшой выступъ въ стѣнкахъ шахты. Промежутокъ между обѣими крышками заполняется землею или соломою (Таб. 149, черт. 1712).

На чертежахъ 1713—1715 на таб. 149 показано подробное устройство отхожаго мѣста. Значеніе буквъ слѣдующее: A — выгребная яма, B — спускъ нечистотъ къ выгребу, C — фановыя трубы, D — стульчакъ, E — очки и F — окно. Относительно кирпичнаго спуска нечистотъ въ выгребъ, приходится еще замѣтить, что дно его должно имѣть уклонъ не менѣе 35^0 до 45^0, чтобы нечистоты не задерживались на немъ.

Для того, чтобы при осадкѣ наружныхъ стѣнъ зданія не образовались трещины въ мѣстѣ соединенія спуска съ выгребною ямою, кладка спуска дѣлается совершенно независимою отъ кладки стѣнъ зданія.

При ватерклозетахъ спускъ устраивается изъ того же самаго матеріала, какъ и фановыя трубы.

На чертежѣ 1716 на таб. 149 изображена выгребная яма, принятая за образецъ въ Штутгартѣ. Вентиляція ямы происходитъ при помощи чугунной трубы a, соединенной съ фановою трубою на уровнѣ пола нижняго этажа и идущей вверхъ за крышу зданія. Для усиленія тяги зажигается газовый рожокъ, устроенный въ трубѣ.

Раздѣлители, дивизоры или сепараторы. Для того, чтобы ограничить образованіе зловоній въ выгребныхъ ямахъ, устраиваютъ послѣднія такимъ образомъ, чтобы возможно было раздѣлять густые экскременты отъ жидкихъ. На чертежахъ 1717 и 1718 на таб. 149 показана выгребная яма съ раздѣлителемъ, образуемымъ перегородкою съ небольшими отверстіями. Густые экскременты задерживаются въ передней части A ямы, между тѣмъ какъ жидкіе стекаютъ въ заднюю часть B, изъ которой они отводятся сточными каналами или выкачиваются насосами.

Выгребная яма подобнаго вида представлена на чертежахъ 1719 и 1720 на таб. 150. Мѣсто h, у котораго удаляются густые экскременты, показано пунктиромъ.

Для отдѣленія твердыхъ экскрементовъ отъ жидкихъ, рекомендуется также устройство выгребной ямы по чертежамъ 1721 a и b на таб. 150, при которой часть A ямы для твердыхъ экскрементовъ отдѣлена отъ части B для жидкихъ цилиндрическою перегородкою, снабженною небольшими отверстіями. По трубѣ CC экскременты входятъ въ яму A, въ которой находится отверстія для чистки ея. По трубѣ D можно отводить жидкіе экскременты.

На чертежахъ 1721 c, d и e на таб. 150 представленъ берлинскій типъ выгребной ямы. Она состоитъ изъ сборной ямы a, въ которую по трубѣ c входятъ экскременты и другія нечистоты домашняго хозяйства, и изъ отводной ямы b. Изъ послѣдней содержаніе ямы отводится по трубѣ d изъ кирпичной кладки, снабженной гидравлическимъ затворомъ, въ городскіе сточные каналы.

Обѣ ямы сообщены отверстіемъ, закрытымъ рѣшеткою, прутья которой имѣютъ разстояніе другъ отъ друга не больше 25 mm (1″).

Иногда выгребныя ямы устраиваются изъ листового желѣза.

Подвижные выгребы бываютъ обыкновенно малаго объема и представляютъ деревянныя бочки или цилиндры изъ котельнаго желѣза съ двойнымъ дномъ.

Дезодорація отхожихъ мѣстъ. Для того, чтобы препятствовать проникaнію зловонныхъ газовъ изъ выгребной ямы и фановыхъ трубъ въ отхожее мѣсто и смежныя жилыя помѣщенія, располагаютъ непосредственно подъ чашею клапаны или задвижки, называемыми механическими затворами, въ противоположность къ такъназываемымъ гидравлическимъ, которые приходится предпочитать по ихъ болѣе надежному затвору.

Другой способъ дезодораціи нечистотъ состоитъ въ засыпкѣ ихъ мелкимъ торфомъ, сухою землею и пр. послѣ каждаго пользованія отхожимъ мѣстомъ.

Клапаны и задвижки выдѣлываются изъ фарфора, листового желѣза или чугуна съ оболочкою изъ эмали. При пользованіи отхожимъ мѣстомъ, клапанъ открывается автоматическимъ вѣсомъ падающихъ на него экскрементовъ (Таб. 150, черт. 1722) или рукою.

На чертежѣ 1723 на таб. 150 показанъ затворъ посредствомъ задвижки C. Рычагъ D задвиж-

ки двигается внутри особаго кожуха, прилитаго къ плитѣ B. Всѣ швы аппарата, состоящаго изъ трехъ частей, привинченныхъ другу къ другу болтами, уплотняются асфальтовымъ войлокомъ. Примѣненіемъ клапановъ и задвижекъ не достигается полная дезодорація въ отхожихъ мѣстахъ.

Гидравлическій затворъ. Болѣе удобными для достиженія желаемой цѣли оказываются гидравлическіе затворы. Для обильнаго омыванія клозетовъ необходима система сточныхъ каналовъ для нечистотъ. Но если канализаціи не имѣется, то можно примѣнять приспособленія, показанныя на чертежахъ 1724 и 1725 на таб. 150, при которыхъ вода вливается въ клозетъ лейкою. Приспособленіе, изображенное на чертежѣ 1724 на таб. 150, состоитъ изъ сифона, вставленнаго между чашею и фановою трубою, между тѣмъ какъ при приспособленіи, показанномъ на чертежѣ 1725 на таб. 150, расположенъ подъ чашею котлообразный сосудъ. Для удаленія зловонныхъ газовъ служитъ особая вытяжная труба.

Вентиляція отхожихъ мѣстъ. Для удаленія зловонныхъ газовъ изъ выгребныхъ ямъ и фановыхъ трубъ, устраиваютъ особыя вытяжныя трубы, дѣйствіе которыхъ всегда зависитъ отъ разности температуры наружнаго воздуха и температуры воздуха въ выгребной ямѣ. Въ теплое время года, поэтому, тяга въ вытяжной трубѣ совершенно прекращается.

Эти вытяжныя трубы распологаются въ высшей точкѣ выгребной ямы.

Для усиленія тяги надъ верхнимъ отверстіемъ вытяжной трубы, послѣдняя вверху снабжается колпакомъ Вольперта, уже извѣстнымъ изъ прежняго.

Еще сильнѣе будетъ дѣйствовать вентиляція, если вытяжная труба a расположена между двумя дымовыми трубами, а именно, лучше всего, между таковыми, отводящими дымовые газы кухонныхъ очаговъ, отапливаемыхъ и въ лѣтнее время (Таб. 150, черт. 1726 и 1727).

Выгребная яма всегда должна быть плотно затворена.

Дѣйствіе вытяжныхъ трубъ будетъ еще удачнѣе, если воздухъ въ нихъ непосредственно нагрѣвается дымовыми газами, удаляющимися изъ особенно для этой цѣли устроенной печи D. Въ такомъ случаѣ вытяжная труба C представляетъ въ то же время дымовую трубу этой печи (Таб. 150, черт. 1728).

Нагрѣваніе воздуха въ вытяжной трубѣ производится также при помощи керосиновой или масляной лампы, газовой горѣлки и т. п.

Иногда вентиляція выгребныхъ ямъ происходитъ при помощи фанвоыхъ трубъ самихъ. Для этой цѣли онѣ проводятся вверхъ далеко надъ крышею. Но этотъ способъ вентиляціи менѣе сильно и надежно дѣйствуетъ, чѣмъ только-что изложенные способы, при которыхъ тяга въ вытяжной трубѣ значительно усиливается искусственнымъ нагрѣваніемъ воздуха въ ней.

Глава XI.
ЧАСТИ ЗДАНІЙ ИЗЪ ЖЕЛѢЗО-БЕТОНА.

a. *Общія замѣчанія.* Желѣзо-бетонъ представляетъ разнородный строительный матеріалъ, состоящій изъ цементнаго бетона или раствора, въ массѣ которыхъ погружена арматура изъ желѣза.

Цементный бетонъ и растворъ обладаютъ по окончательномъ отвердѣніи, въ сравненіи съ другими употребительными каменными строительными матеріалами, значительнымъ сопротивленіемъ сжимающимъ усиліямъ, но плохо сопротивляются растяженію. Желѣзо равнымъ отличнымъ образомъ сопротивляется сжимающимъ и растягивающимъ усиліямъ.

Если укладываютъ желѣзную арматуру въ бетонномъ тѣлѣ такъ, чтобы она принуждена была, воспринимать растягивающія напряженія, между тѣмъ какъ бетонъ предназначенъ, сопротивляться сжимающимъ усиліямъ, то достигается отличное использованіе статическихъ свойствъ обоихъ матеріаловъ.

Расположеніе желѣзной арматуры въ сжатой части бетоннаго тѣла оправдывается только тогда, если, для полученія меньшихъ размѣровъ, оказывается необходимымъ усиленіе сопротивленія бетона сжатію.

Сжимающія и растягивающія напряженія одновременно вызываются въ тѣлахъ, подвергающихся изгибающимъ усиліямъ; поэтому желѣзо-бетонъ находитъ примѣненіе преимущественно для таковыхъ случаевъ.

Въ тѣлахъ, подвергающихся изгибу, кромѣ нормальныхъ растягивающихъ и сжимающихъ напряженій, еще являются скалывающія и косыя напряженія.

Послѣднія частью воспринимаются бетономъ, но частью должны восприниматься желѣзной арматурой, которой для этой цѣли даютъ подходящее положеніе въ бетонномъ тѣлѣ.

Солидарность сопротивленія желѣзо-бетона внѣшнимъ силамъ, собственно представляющаго разнородный матеріалъ, до нѣкоторой степени обезпечивается главнымъ образомъ тѣснымъ сцѣпленіемъ бетона съ желѣзомъ, равной величиной коэффиціента расширенія обоихъ матеріаловъ отъ теплоты и тѣмъ обстоятельствомъ, что погруженное въ бетонѣ желѣзо не подвергается ржавѣнію.

b. *Сцѣпленіе желѣзо съ бетономъ.* Опыты доказали, что бетонныя плиты съ желѣзной арматурой оказали гораздо большее сопротивленіе изгибающимъ усиліямъ, чѣмъ таковыя безъ арматуры. Это изясняется однимъ лишь обстоятельствомъ, что между желѣзомъ и бетономъ существуетъ столь значительное сцѣпленіе, это оба матеріала, надлежащимъ образомъ связанные между собою, солидарно сопротивляются внѣшнимъ силамъ. Кромѣ того, опыты еще доказали, что обыкновенно только посредствомъ значительнаго усилія возможно, вытянуть или выжать стержень изъ бетоннаго тѣла, въ которомъ онъ былъ погруженъ. Этимъ подтверждается, что связью обоихъ матеріаловъ производится сопротивленіе скольженію. Если сила сцѣпленія больше сопротивленія бетона скалыванію, то послѣднее, относительно вытягиванія желѣзнаго стержня изъ бетона, представляетъ предѣлъ для величины сцѣпленія. Иначе было бы возможно, вытянуть желѣзный стержень изъ бетона вмѣстѣ съ оболочкой изъ раствора, такъ что разрушеніе связи между желѣзомъ и бетономъ произошлось бы только вслѣдствіе преодолѣнія сопротивленія бетона скалывающимъ усиліямъ.

До сихъ поръ еще неизвѣстно, основывается ли сцѣпленіе между желѣзомъ и бетономъ на чисто механическомъ дѣйствіи и представляетъ ли оно исключительно просто тирающее и прилипающее напряженіе, или зависитъ ли сцѣпленіе отъ статическихъ свойствъ обоихъ связанныхъ матеріаловъ.

Принимается, что сцѣпленіе также обусловливается химическимъ дѣйствіемъ желѣза и бетона, но кажется, что вліяніе химическаго дѣйствія на величину сцѣпленія гораздо меньше, чѣмъ состояніе поверхности желѣза.

Величина сцѣпленія зависитъ отъ различныхъ условій, изъ которыхъ назовемъ слѣдующія: родъ раствора и бетона, количество воды для приготовленія ихъ, величина и форма поперечнаго сѣченія желѣзной арматуры, шероховатость поверхности и длина стержней аматуры и родъ усилія желѣзобетоннаго тѣла.

Большее или меньшее количество песку и щебня въ составѣ бетона, при употребительныхъ пропорціяхъ смѣси, имѣетъ только незначительное вліяніе на величину напряженій сцѣпленія.

Напротивъ того, количество воды, употребляемое для приготовленія бетона, оказываетъ очень замѣчательное вліяніе на величину упомянутыхъ напряженій, а именно: напряженія сцѣпленія будутъ тѣмъ больше, чѣмъ меньше количество воды.

Среднимъ числомъ принимается количество воды для приготовленія бетона въ 15%.

По новѣйшимъ опытамъ стержни желѣзной арматуры съ бóльшимъ поперечникомъ обладаютъ бóльшимъ сопротивленіемъ скольженію, чѣмъ таковые съ меньшимъ поперечникомъ. Въ виду этого рекомондуется, составлять арматуру изъ меньшаго числа стержней съ большимъ поперечникомъ, не смотря на то, что бóльшее число стержней съ меньшимъ поперечникомъ при равной площади оказываетъ большую поверхность.

Въ Германіи употребляются для желѣзо-бетонныхъ сооруженій преимущественно стержни изъ круглаго желѣза, оказывающаго для этой цѣли во всякомъ отношеніи выгоднѣе, чѣмъ другіе сорта.

Въ Америкѣ и также въ другихъ земляхъ изготовляются для арматуры желѣзо-бетонныхъ сооруженій желѣзные стержни особой формы съ цѣлью, увеличить сцѣпленіе ихъ съ бетономъ. Но такъ какъ такіе стержни обыкновенно снабжены выступами, которые при вытягиваніи или выжиманіи стержней изъ бетона обнаруживаютъ взрывающее дѣйствіе, то нельзя использовать увеличенное сцѣпленіе.

О формахъ желѣзной арматуры поговоримъ въ другой статьѣ.

Шероховатая поверхность желѣзныхъ стержней арматуры оказывается выгодной для сцѣпленія. Поэтому стержни послѣ прокатки не обрабатываются и очищаются, если они предназначены

для арматуры желѣзо-бетонныхъ сооруженій. Кромѣ того, оболочка, образующаяся при прокаткѣ на поверхности стержней, представляетъ нѣкоторую защиту отъ ржавѣнія.

Величина сцѣпленія уменьшается съ растущей длиной стержней.

Наконецъ замѣтимъ, что стержни, погруженные въ бетонѣ, оказываютъ меньшее сопротивленіе вытягиванію ихъ изъ бетона, чѣмъ выжиманію.

Допускаемыя при разсчетѣ напряженія сцѣпленія приведены въ „Приложеніи".

c. *Коэффиціенты расширенія бетона и желѣза отъ теплоты.* По опытамъ Boniceau'a коэффиціенты расширенія отъ теплоты составляютъ для цементнаго бетона 0,0000137, а для литого желѣза можно принимать 0,00001335. Разница между обоими коэффиціентами столь незначительна, что можно разсматривать ихъ какъ значенія равной величины. Это равенство весьма важно, такъ какъ вслѣдствіе его измѣненіями температуры вредныя напряженія въ связанныхъ между собою матеріалахъ, въ бетонѣ и желѣзѣ, не вызываются и, поэтому, оба матеріала не будутъ показывать стремленіе разъединиться другъ отъ друга. Этимъ также обезпечивается солидарность статическаго дѣйствія желѣзо-бетона по виду однороднаго тѣла.

d. *Защита желѣза отъ ржавчины.* Многочисленные опыты и наблюденія на практикѣ доказали, что желѣзо, погруженное въ цементномъ бетонѣ или растворѣ, отлично и продолжительно защищается отъ ржавчины. Это представляетъ безусловный фактъ для цементнаго бетона изъ гравія и щебня, но менѣе для бетона, къ которому примѣшаны шлаковые и зольные остатки. Въ послѣднемъ случаѣ содержаніе окиси желѣза и сѣры въ выше упомянутыхъ остаткахъ можетъ обнаруживать вредное вліяніе на желѣзо, особенно тогда, когда въ золѣ находятся еще не совершенно сгорѣлыя частицы угля.

Для достиженія надежной защиты желѣза отъ ржавчины необходимо, употреблять для желѣзобетонныхъ сооруженій не слишкомъ тощій бетонъ и для приготовленія его достаточное количество воды. Количество воды принимается, лучше всего, въ 15% по объему, между тѣмъ какъ пропорція смѣси бетона въ зависимости отъ доброкачественности цемента и другихъ обстоятельствъ должна колебаться между 1:3 и 1:5. Въ такомъ случаѣ оправдывается еще предположеніе, что имѣется въ бетонѣ еще достаточное количество цемента для образованія оболочки на поверхности желѣзной арматуры, на чемъ основывается защита желѣза отъ ржавчины. Оказывается очень цѣлесообразнымъ, увеличить толщину оболочки окраской желѣзной арматуры передъ погруженіемъ въ бетонѣ цементнымъ молокомъ. Этимъ также увеличивается сцѣпленіе желѣза съ бетономъ.

По наблюденіямъ на практикѣ слѣдуетъ также опасаться, чтобы болѣе или менѣе пористый бетонъ пропускалъ сырость, и чтобы тонкія трещины въ растянутыхъ частяхъ желѣзо-бетонныхъ сооруженій могли представлять причину для ржавѣнія желѣзной арматуры.

Чистка желѣза отъ ржавчины передъ уложеніемъ въ бетонъ во всякомъ случаѣ рекомендуется, такъ-какъ до сихъ поръ еще неизвѣстно, дѣйствуетъ ли вредно уже имѣющаяся на поверхности желѣза ржавчина или истребляется ли она химическимъ дѣйствіемъ цемента въ бетонѣ. Послѣднее предположеніе принимается вѣроятнымъ.

e. *Преимущества желѣзо-бетона.* Сооруженія изъ желѣзо-бетона обладаютъ многочисленными преимуществами противъ таковыхъ изъ другихъ строительныхъ матеріалахъ.

Какъ уже раньше сказано было, желѣзо-бетонъ, при надлежащемъ положеніи желѣзной арматуры въ бетонѣ, допускаетъ отличное использованіе статическихъ свойствъ желѣза и бетона. Вслѣдствіе этого сопротивленіе желѣзо-бетона внѣшнимъ усиліямъ очень значительно, а размѣры частей зданій, предназначенныхъ для воспринятія нагрузки, какъ-то: потолки разнаго вида, подпоры и др., могутъ быть принимаемы, соотвѣтственно тому, относительно малыми. Напротивъ того, для пролетовъ перекрытій и для разстоянія между подпорами допускается значительная величина.

Благодаря этому, помѣщенія не стѣсняются и условія хорошаго провѣтриванія и освѣщенія ихъ соотвѣтственно улучшаются. Упомянутыя преимущества бываютъ особенно важны для фабричныхъ помѣщеній, въ которыхъ не рѣдко приходится установить обширные аппараты и машины и требуется особенно сильное провѣтриваніе и освѣщеніе.

Желѣзо-бетонъ отлично сопротивляется также сильнымъ сотрясеніямъ, напр. ударами быстро работающихъ тяжелыхъ машинъ. Многочисленные опыты и изслѣдованія доказываютъ, что не слѣду-

етъ опасаться, вслѣдствіе ударовъ, мѣстнаго разрушенія матеріала и даже мѣстныхъ проломовъ Очевидно, что удары передаются на всѣ части конструкціи, такъ — что онѣ совмѣстно сопротивляются сотрясеніямъ.

Это качество желѣзо-бетона оказывается особенно выгоднымъ въ случаѣ пожара, такъ-какъ потолки и подпоры изъ другихъ матеріаловъ почти никогда не бываютъ въ состояніи, сопротивляться падающимъ тяжелымъ предметамъ.

По качеству желѣзо-бетона, удачно сопротивляться сотрясеніямъ, этотъ матеріалъ рекомендуется для возведенія зданій въ странахъ съ частыми землетрясеніями.

Продолжительность возведенія желѣзо-бетонныхъ зданій, въ сравненіи съ таковыми изъ другихъ каменныхъ матеріаловъ, бываетъ гораздо меньше. Доставка матеріаловъ обыкновенно не затруднительна, приготовленіе бетона машинами и подготовленіе желѣза требуютъ только непродолжительнаго времени, а возведеніе зданія само опытными рабочими производится въ относительно очень короткое время. Но сокращеніе времени постройки представляетъ уменьшеніе расходовъ на послѣднюю и доставляетъ возможность, раньше пользоваться доходами отъ строительнаго капитала.

Вообще можно сказать, что желѣзо-бетонныя постройки не только въ виду незначительныхъ ремонтовъ, которыхъ онѣ требуютъ, но также уже при первоначальномъ возведеніи ихъ во многихъ случаяхъ дешевле обходятся, чѣмъ постройки изъ другого каменнаго матеріала.

Въ гигіеническомъ отношеніи желѣзо-бетонъ также оказываетъ значительныя преимущества, особенно противъ дерева. Послѣдній матеріалъ легко подвергается порчѣ и гніенію, на немъ нерѣдко развивается домовый грибокъ и, кромѣ того, онъ доставляетъ пріютъ насѣкомымъ. Особенно вредны бываютъ въ этомъ отношеніи потолки со смазкой, представляющіе наиболѣе благопріятныя условія для развитія насѣкомыхъ и болѣзнетворныхъ микробовъ. Желѣзо-бетонъ бываетъ совершенно свободенъ отъ этихъ недостатковъ. Въ виду этого указанный матеріалъ безусловно рекомендуется въ гигіеническомъ отношеніи для устройства потолковъ и т. п. въ больницахъ и школахъ.

Къ наиболѣе важнымъ преимуществомъ желѣзо-бетонныхъ сооруженій принадлежитъ безусловная безопасность ихъ отъ пожара. Между тѣмъ какъ желѣзныя части зданій безъ оболочки изъ дурного теплопроводника, вслѣдствіе сильнаго нагрѣванія, теряютъ свое сопротивленіе дѣйствующимъ силамъ, желѣзо, погруженное въ бетонѣ, послѣднимъ въ совершенно достаточной мѣрѣ защищается отъ сильнаго нагрѣванія, такъ-что въ случаѣ пожара не слѣдуетъ опасаться разрушенія внутренней связи конструкціи. Въ этомъ отношеніи обнаруживаетъ благопріятное вліяніе то качество бетона, въ раскаленномъ состояніи при обрызгиваніи водой сохранять свою связь.

Безусловная безопасность желѣзо-бетонныхъ сооруженій отъ пожара подтверждается многочисленными опытами на практикѣ.

Въ тѣсной связи съ безопасностью отъ пожара находится безопасность желѣзо-бетонныхъ сооруженій отъ ударовъ молніи.

Зданіе, возведенное цѣликомъ изъ желѣзо-бетона, качествами этого строительнаго матеріала совершенно защищено отъ ударовъ молніи. Желѣзная арматура, составныя части которой соединены между собою многочисленными желѣзными закрѣпами, образуютъ во всѣхъ частяхъ зданія хорошо проводящую сѣть, по которой молнія можетъ распредѣляться по всѣмъ направленіямъ, вслѣдствіе чего уменьшается ея напряженіе. При этомъ для дѣйствія молніи на бетонъ бываетъ важна величина сопротивленія, оказываемаго имъ электрическому току. Бетонъ представляетъ дурной проводникъ для электричества и проводитъ его тѣмъ менѣе хорошо, чѣмъ болѣе онъ тощъ и чѣмъ болѣе пустотъ онъ содержитъ въ себѣ. При промачиваніи водой уменьшается сопротивленіе бетона электрическому току, а при нагрѣваніи значительно увеличивается. Въ виду этого можно предполагать, что молнія, распредѣленная по всей арматурѣ и поэтому обладающая уже уменьшеннымъ напряженіемъ, сквозь сырые фундаменты можетъ доходить до грунта, не разрушая при этомъ бетонъ. Сопротивленіе молніи будетъ тѣмъ больше, чѣмъ ближе къ подошвѣ фундамента расположена арматура. Во всякомъ случаѣ въ особыхъ проводахъ до грунта не нуждаются.

Вопросъ о томъ, въ какой мѣрѣ и съ какимъ успѣхомъ жетѣзо-бетонныя сооруженія подвергаются художественной обработкѣ, теперь нельзя окончательно рѣшить, такъ какъ до сихъ поръ число монументальныхъ зданій изъ желѣзо-бетона еще довольно незначительно.

Въ настоящее время уже начали обрабатывать желѣзо-бетонъ точно такъ, какъ естественные камни и нельзя отрицать, что надлежащимъ образомъ приготовленный бетонъ, на основании прочности его, оказываетъ большее сопротивленіе атмосфернымъ вліяніямъ, чѣмъ многочисленныя каменныя породы.

Во всякомъ случаѣ бетонъ допускаетъ удобное и прочное прикрѣпленіе орнаментовъ изъ штукатурки и другого матеріала и окраску поверхности стѣнъ, потолковъ, балокъ, подпоръ и др. красками разнаго рода.

Наконецъ слѣдуетъ еще обратить вниманіе на то обстоятельство, что бетонъ уже обладаетъ незначительной степенью проницаемости для воды и поэтому легко можетъ сдѣлаться совершенно водонепроницаемымъ. Это качество особенно важно, если желѣзо-бетонъ представляетъ матеріалъ для устройства набережныхъ, основаній, бассейновъ, трубъ и т. п.

Жирный бетонъ, приготовленный съ крупнозернистымъ пескомъ или смѣсью изъ крупно- и мелкозернистаго песку, бываетъ менѣе проницаемъ для воды, чѣмъ бетонъ другой смѣси. Впрочемъ въ теченіе времени возрастаетъ водонепроницаемость бетона.

Бетонъ обыкновенно дѣлается водонепроницаемымъ помощью искусственныхъ средствъ, изъ которыхъ назовемъ: штукатурку изъ жирнаго цементнаго раствора или подобныхъ веществъ, покрытіе поверхности асфальтомъ или флюатами и, наконецъ, подходящія примѣси къ цементному бетону или раствору самому.

Цементный растворъ для водонепроницаемой штукатурки приготовляется съ пропорціею смѣси 1 : 2 и 1 : 3 (цементъ : песку), только въ крайній слой поверхности штукатурки втирается чистый цементный растворъ. Песокъ для водонепроницаемой штукатрки долженъ быть средней зернистости.

Въ случаѣ надобности, для болѣе быстраго схватыванія, прибавляется къ цементному раствору опредѣленное количество быстро схватывагощагося цемента. Для водонепроницаемой и быстро схватывающейся штукатурки оказывается годной также смѣсь изъ портландскаго и романскаго цемента.

Изъ извѣстныхъ флюатовъ Kessler'а находятъ примѣненіе преимущественно магнезальные флюаты, которыми поверхность бетонныхъ частей окрашивается три четыре раза.

Получаются въ торговлѣ еще многочисленныя другія окраски, служащія для увеличенія водонепроницаемости бетона, какъ-то: льяное масло, которымъ пропитывается бетонъ до насыщенія, „Vera Solution", „Mauerschutz", „Lithosot", „Aigon", „Neutralit" u. др.

Чтобы сдѣлать бетонъ водонепроницаемымъ примѣсями къ цементному раствору, рекомендуется американскими строителями, прибавить сухой смѣси изъ цемента и песку 1 до 5% квасцовъ и растворить равное количество обыкновеннаго калійнаго мыла въ водѣ, предназначенной для приготовленія раствора.

Въ виду изложенныхъ въ предыдущемъ превосходныхъ качествъ желѣзо-бетона, какъ строительнаго матеріала, нельзя удивляться тому, что въ настоящее время употребленіе этого новаго матеріала въ дѣло все болѣе и болѣе распространяется какъ на области гражданскаго, такъ и инженернаго строительнаго дѣла.

f. *Матеріалы для желѣзо-бетона.* *a.* Бетонъ. О составѣ и качествахъ бетона уже подробно сказано было въ главѣ: „Строительные матеріалы", на которую мы указываемъ.

Бетонъ, употребляемый для желѣзо-бетонныхъ сооруженій, приготовляется изъ хорошаго медленно схватывающагося портландскаго цемента, крупнозернистаго песку и гравія или щебня разной зернистости, при чемъ поперечникъ отдѣльныхъ камешковъ долженъ составлять отъ 0,7 cm до 2,5 cm, рѣдко больше. Въ растянутой части нерѣдко употребляется щебень меньшихъ размѣровъ, а именно до 1 cm. Бетонъ изъ такого щебня можетъ удобно укладываться между арматурой и опалубкой и рекомендуется также для тонкихъ плитъ.

Портландскій цементъ долженъ быть медленно схватывающійся, потому что для желѣзобетонныхъ сооруженій обыкновенно требуется значительное количество бетона, которое трудно сразу приготовить изъ быстро схватывающагося цемента, который легко уже можетъ схватываться во время работы.

Примѣсь мелкозернистаго песку къ бетону для желѣзо-бетонныхъ сооруженій на практикѣ оказалось совершенно негодной.

Крѣпость желѣзо-бетонныхъ сооруженій основывается на достаточномъ сопротивленіи бетона и желѣза дѣйствующимъ силамъ и, кромѣ того, на тѣсномъ сцѣпленіи желѣза съ бетономъ. О желѣзѣ поговоримъ послѣ.

Такъ какъ желѣзо-бетонныя сооруженія имѣютъ относительно небольшіе размѣры, то бетонъ въ большинствѣ случаевъ принужденъ, воспринимать значительныя сжимающія напряженія. Поэтому употребляется въ дѣло исключительно жирныя смѣси. Жирный бетонъ требуется и для того, чтобы въ немъ имѣлось достаточное количество цемента для образованія плотной оболочки желѣзной арматуры, для защиты ея отъ ржавѣнія.

Употребительныя смѣси бетона въ зависимости отъ качества цемента принимаются лучше всего отъ 1 : 3 до 1 : 5 (1 ч. цемента и 3 до 5 ч. песку + гравія), при чемъ предѣльная пропорція смѣси 1 : 5 находитъ примѣненіе только при употребленіи отличныхъ сортовъ цемента въ дѣло и если, кромѣ того, гарантируются тщательное приготовленіе бетона и производство работы.

Пропорція смѣси песку и гравія или щебня въ бетонѣ зависитъ отъ многочисленныхъ обстоятельствъ, такъ что нельзя рекомендовать опредѣленныя общедѣйствительныя данныя. При опредѣленіи пропорціи смѣси упомянутыхъ матеріаловъ слѣдуетъ также принимать во вниманіе стоимость ихъ. Если гравій дорогъ, то берутъ больше песку и наоборотъ. Обыкновенно принимается въ бетонѣ для желѣзо-бетонныхъ сооруженій равное количество песку и гравія или щебня. Большее количество каменныхъ матеріаловъ въ бетонѣ обнаруживаетъ вредное вліяніе на сцѣпленіе его съ желѣзомъ.

Важнѣе всего оказывается, что бетонъ представляетъ плотную массу, которая лучше всего получается при помощи примѣсей разной зернистости.

Чтобы достигать надлежащаго сцѣпленія желѣза съ бетономъ, послѣдній долженъ быть употребляемъ въ дѣло въ пластичномъ и иногда даже въ мягкомъ состояніи. При близко другъ къ другу расположенныхъ стержняхъ желѣзной арматуры это необходимо для того, чтобы принести бетонъ къ надлежащему мѣсту, такъ-какъ порядочное трамбованіе въ такомъ случаѣ невозможно.

Для приготовленія бетона достаточной пластичности принимается количество воды среднимъ числомъ въ 15% по объему сухой смѣси бетонной массы. Меньшее количество воды, конечно, имѣетъ благопріятное вліяніе на крѣпость бетона, но за то затрудняетъ хорошее приготовленіе его и работу трамбованія, которая въ такомъ случаѣ должна была бы производиться только очень опытными рабочими. Данныя для допускаемыхъ напряженій бетона для желѣзо-бетонныхъ сооруженій находятся въ „Приложеніи“.

β. **Желѣзо**. Относительно допускаемыхъ напряженій желѣза для желѣзо-бетонныхъ сооруженій указываемъ на „Приложеніе“.

Для желѣзо-бетонныхъ сооруженій преимущественно употребляется обыкновенное литое желѣзо, получаемое въ торговлѣ. Употребленіе сварочнаго желѣза не рекомендуется, такъ какъ оно обладаетъ, при равной стоимости, меньшимъ сопротивленіемъ, чѣмъ литое желѣзо. Сталь почти никогда не находитъ примѣненія для желѣзо-бетонныхъ сооруженій, потому что она дорого обходится и ея сопротивленіе несовершенно используется.

Передъ употребленіемъ въ дѣло желѣзо очищается отъ грязи, жира и ржавчины; отъ послѣдней, однако, только тогда, когда она неплотно пристаетъ къ желѣзу. Плотно къ желѣзу пристающая ржавчина не удаляется, такъ какъ она по всей вѣроятности не имѣетъ вреднаго вліянія на прочность желѣза и нѣсколько способствуетъ сцѣпленію бетона съ нимъ. По такой же причинѣ не удаляется оболочка, образующаяся при прокатываніи на поверхности желѣза.

Изъ фасоннаго желѣза въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ преимущественно находитъ примѣненіе круглое желѣзо, но употребляются также плоское, квадратное, тавровое, двутавровое и крестообразное.

Кромѣ того, должны быть показываемо въ слѣдующемъ еще нѣсколько особыхъ формъ желѣза, имѣющихъ цѣлью, увеличить сцѣпленіе бетона съ желѣзомъ, и преимущественно употребляемыхъ въ Америкѣ.

Ц ѣ л ь н о - р ѣ ш е т ч а т ы й м е т а л л ъ. (Таб. 155 черт. 1). Цѣльно-рѣшетчатый металлъ изготовляютъ изъ одного цѣльнаго желѣзнаго листа, сдѣлая въ немъ на надлежащемъ разстояніи другъ отъ друга параллельные нарѣзки и затѣмъ вытягивая листъ такъ, чтобы образовалась однообразная рѣшетка съ ромбообразными клѣтками; вмѣстѣ съ тѣмъ полосы листа нѣсколько приподнимаются, чѣмъ сопротивленіе цѣльнорѣшетчатаго металла изгибу и скольженію довольно значительно увеличивается.

Противъ этихъ преимуществъ слѣдуетъ указать на неблагопріятное вліяніе, которое процессъ изготовленія имѣетъ на сопротивленіе цѣльнорѣшетчатаго металла растягивающимъ усиліямъ.

Цѣльно-рѣшетчатый металлъ, при вѣсѣ, равномъ вѣсу круглаго желѣза, по опытамъ обладаетъ меньшимъ сопротивленіемъ, чѣмъ послѣднее. Кромѣ того, при плитахъ того-же самаго рода цѣльно-рѣшетчатаго металла показались значительныя отклоненія относительно сопротивленія ихъ.

Желѣзо Thacher'a. (Таб. 155, черт. 2). Желѣзо Thacher'a оказываетъ попеременно углубаленія и выступы, при чемъ поперечное сѣченіе вездѣ имѣетъ равную площадь. Такое желѣзо получается пеперечникомъ отъ 5 до 51 mm, но обыкновенно оно употребляется только до поперечника въ 38 mm.

Желѣзо Thacher'a отличается тѣмъ, что у него нѣтъ острыхъ реберъ и, поэтому, не слѣдуетъ опасаться срѣза бетона. Напротивъ того, при небольшой толщинѣ бетонной плиты, выступы легко могутъ производить взрывающее дѣйствіе, такъ что невозможно будетъ, использовать большее сцѣпленіе, полученное формой указаннаго желѣза.

Желѣзо Mueser'a. (Таб. 155, черт. 3). Желѣзо Mueser'a имѣетъ подобную форму, какъ желѣзо Thacher'a и, поэтому, обладаетъ тѣми же самыми преимуществами и недостатками, какъ послѣднее. Но, такъ какъ выступы желѣза Mueser'a меньше, чѣмъ при желѣзѣ Thacher'a, то и менѣе слѣдуетъ опасаться взрывающаго дѣйствія ихъ на бетонъ. Изготовленіе названныхъ прокатанныхъ сортовъ желѣза не представляетъ никакого затрудненія; поэтому стоимость ихъ та же самая, какъ и обыкновеннаго круглаго желѣза.

Желѣзо Johnson'a. (Таб. 155, черт. 4 a и b и черт. 5 a и b). Основную форму желѣза Johnson'a представляетъ квадратное желѣзо, оказывающее также выступы и углубленія. Выступы расположены на смежныхъ граняхъ въ сдвинутомъ другъ относительно друга видѣ (Таб. 155 черт. на a и b) или охватываютъ цѣлое желѣзо безъ прекращенія (Таб. 155 черт. 5 a и b). Употребительны бываютъ пять профилей такого желѣза стороной отъ 13 до 32 mm.

Желѣзо Ransome'a (Таб. 155, черт. 6). Желѣзо Ransome'a получается закручиваніемъ квадратнаго желѣза около продольной оси его, при чемъ рекомендуется, предварительно нагрѣвать желѣзо; отъ закручиванія желѣза въ холодномъ состояніи происходятъ вредныя напряженія въ немъ. Употребленіемъ желѣза Ransome'a также достигается болѣе значительное сцѣпленіе, но трудно вмазывать бетонъ въ углубленія желѣза и, кромѣ того, острыя ребра его производятъ срѣзывающее дѣйствіе на бетонъ.

Желѣзо Kahn'a. (Таб. 155, черт. 7 a — d). Желѣзо Kahn'a состоитъ изъ квадратнаго желѣза, поставленнаго на ребро и снабженнаго боковыми ребрами. Послѣднія мѣстами по продольному направленію разрѣзываются и изгибаются вверхъ подъ острымъ угломъ (Таб. 155, черт. 7 a, б и c) для воспринятія скалывающихъ и главныхъ косыхъ напряженій.

Уже сказано было, что всѣ выше показанныя особыя формы желѣза имѣютъ цѣлью, увеличить сцѣпленіе бетона съ желѣзомъ; но въ виду того, что эта цѣль достигается гораздо проще при помощи обыкновеннаго круглаго желѣза съ загнутыми крючкообразными концами (см. черт. 12 въ „Приложеніи"), то причины нѣтъ, употреблятъ въ дѣло сложные и часто дорогіе сорта желѣза, изъ которыхъ нѣкоторые даже еще производятъ взрывающее дѣйствіе на бетонъ у нижней грани плитъ или балокъ.

Во многихъ случаяхъ оказывается необходимымъ, располагать въ желѣзо-бетонныхъ сооруженіяхъ стыки желѣзныхъ стержней арматуры. Такіе стыки можно производить свариваніемъ или свинчиваніемъ концовъ стержней при помощи муфтъ или переведеніемъ одного конца за другой, при чемъ оба конца нѣсколько загибаются, а оба стержня на длину перевода обертываются проволокой. Отъ сваривація желѣзныхъ стержней получается менѣе крѣпкое мѣсто въ конструкціи, но при надлежащемъ усиленіи мѣста сварки и достаточномъ сцѣпленіи желѣза съ бетономъ, ослабленія конструкціи не слѣдуетъ опасаться, если стыки располагаются въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ желѣзная арматура подвергается меньшимъ усиліямъ.

Свинчиваніе концовъ стержней при помощи муфтъ съ винтовыми нарѣзками обходится дорого, но за то при хорошемъ производствѣ работы представляетъ надежное соединеніе, если стыки расположены въ мѣстахъ конструкціи, гдѣ не слѣдуетъ опасаться взрывающаго дѣйствія муфты.

Если переводятъ концы соединяемыхъ стержней одинъ за другой, то наименьшая длина перевода разсчитывается изъ величины напряженія желѣзнаго стержня въ мѣстѣ стыка и величины напряженія сцѣнленія.

g. *Расположенiе желѣзной арматуры въ желѣзо-бетонныхъ сооруженiяхъ.* Желѣзо-бетонъ находитъ примѣненiе преимущественно для такихъ частей зданiй, которыя одновременно подвергаются сжатiю и растяженiю. Въ этомъ случаѣ желѣзная арматура, находящаяся въ растянутой части конструкцiи, можетъ воспринимать растягивающiя напряженiя, между тѣмъ какъ бетонъ сопротивляется сжимающимъ усилiямъ. При всѣхъ условiяхъ одновременно встрѣчаются растягивающiя и сжимающiя напряженiя въ тѣлахъ, подвергающихся простому изгибу, т.-е. при балкахъ плитахъ и т. п., на которыя дѣйствуютъ однѣ лишь внѣшнiя силы, направленныя перпендикулярно къ продольной оси ихъ. Поэтому перекрытiя и балки отличнымъ образомъ доставляютъ возможность полнаго использованiя значительнаго сопротивленiя желѣзо-бетона. При балкахъ, подвергающихся сложному изгибу, сопротивленiе желѣза никогда не используется. Тоже самое встрѣчается при подпорахъ съ экцентрической нагрузкой, при аркахъ и сводахъ и также при подпорахъ съ центральной нагрузкой. Не смотря на то доставляетъ употребленiе желѣзобетона также для этихъ частей зданiй безусловныя выгоды.

Какъ простѣйшiя формы желѣзо-бетонныхъ сооруженiй могутъ быть разсматриваемы плиты, балки, подпоры, арки и своды. Всѣ остальныя части зданiй, какъ-то лѣстницы, крыши, стѣны и др. представляютъ комбинацiю этихъ простыхъ формъ.

Въ слѣдующемъ должно быть разсматриваемо расположенiе желѣзной арматуры въ отдѣльныхъ частяхъ зданiй изъ желѣзо-бетона, при чемъ не приняты во вниманiя особыя системы арматуры; положенiе послѣдней въ бетонномъ тѣлѣ должно быть показываемо только въ схематическомъ видѣ.

a. *Плиты.* Плиты могутъ свободно лежать на двухъ опорахъ или болѣе или менѣе совершенно быть задѣланы обоими концами или представить неразрѣзныя балки.

Если плита лежитъ свободно на двухъ опорахъ и подвергается простому изгибу сверху, то въ части ея ниже нейтральнаго слоя волоконъ вызываются растягивающiя напряженiя по всей длинѣ плиты, которыя возрастаютъ отъ нейтральнаго слоя до нижней грани плиты, т.-е: наиболѣе далекiя отъ нейтральнаго слоя волокна воспринимаютъ наибольшiя растягивающiя напряженiя. Въ виду этого располагаютъ желѣзную арматуру по возможности ближе къ нижней грани плиты.

Форма желѣзной арматуры можетъ быть прямая (Таб. 155, черт. 8) или кривая (Таб. 155, черт. 9). Кривая форма арматуры оправдывается тѣмъ, что изгибающiй моментъ отъ середины плиты до опоры ея постепенно уменьшается и у послѣднихъ равняется нулю. Равнымъ образомъ уменьшаются также растягивающiя напряженiя, такъ что вблизи опоръ въ нижней части плиты въ арматурѣ не нуждается. Напротивъ того загнутые вверхъ концы арматуры могутъ воспринимать скалывающiя и, что важнѣе, косыя растягивающiя напряженiя, всегда вызывающiяся въ тѣлахъ, работающихъ на изгибъ. При тонкихъ плитахъ, конечно, эти напряженiя играютъ только незначительную роль.

При кривой формѣ арматуры, нижней грани плиты можно давать также кривую форму. (Таб. 155, черт. 10); но такая форма плиты по практическимъ и другимъ причинамъ рѣдко примѣняется.

Желѣзо-бетонныя плиты, свободно лежащiя на двухъ опорахъ, рѣдко встрѣчаются; обыкновенно онѣ бываютъ болѣе или менѣе совершенно своими концами задѣланы или онѣ устроены въ видѣ неразрѣзной балки. Вслѣдствiе задѣлки или неразрѣзности плиты положительный изгибающiй моментъ въ серединѣ пролета уменьшается, но одновременно являются у опоръ отрицательные моменты, вызывающiе здѣсь въ верхней части плиты растягивающiя напряженiя. Поэтому небходимо располагать также въ этомъ мѣстѣ желѣзную арматуру. Арматура въ верхней части плиты можетъ состоять изъ двухъ отрѣзковъ, между тѣмъ какъ въ нижней части ея прямая армутура остается неизмѣнной (Таб. 155, черт. 11). Отрѣзки одновременно представляютъ анкерное скрѣпленiе плиты со стѣной. Если нулевая точка моментовъ имѣетъ извѣстное положенiе, тогда отрѣзки верхней арматуры доходятъ до этой точки; но если положенiе и величина нагрузки подвергаются значительнымъ измѣненiямъ, то, соотвѣтственно тому, и нулевая точка измѣняетъ свое положенiе. Въ виду этого часто предпочитается, въ такомъ случаѣ располагать полную арматуру также въ верхней части плиты (Таб. 155, черт. 12). Очень часто встрѣчается при задѣланныхъ плитахъ простая нижняя арматура съ изогнутыми кверху концами (Таб. 155, черт. 13), одновременно воспринимающая растягивающiя на-

напряженія въ средней нижней части плиты и въ верхней у опоръ.

На таблицѣ 155 черт. 14 и 15 показаны комбинаціи выше указанныхъ типическихъ формъ арматуры. Утолщеніе плиты у опоръ по чертежу 16 на таблицѣ 155 представляетъ укрѣпленіе заделки концовъ ея и усиленіе сопротивленія бетона срѣзывающимъ усиліямъ у опоръ.

При неразрѣзныхъ плитахъ простая арматура съ изогнутыми кверху концами не оказывается достаточной, потому что нагрузка плиты можетъ измѣнять свое положеніе, вслѣдствіе чего измѣняется также величина изгибающихъ моментовъ, и на протяженіи большей или меньшей части пролета также знакъ ихъ. При опредѣленныхъ положеніяхъ нагрузки получается для каждаго поперечнаго сѣченія неразрѣзной плиты или балки наименьшій и наибольшій изгибающій моментъ. Если начерчиваютъ кривую наибольшихъ и наименьшихъ изгибающихъ моментовъ, то по этой кривой удобно можно опредѣлить положеніе арматуры, зная теперь тѣ мѣста, гдѣ дѣйствуютъ растягивающія усилія. Если небольшой пролетъ неразрѣзной плиты примыкаетъ къ большому, то часто оказывается необходимой проходящая верхняя арматура.

На черт. 17 таб. 155 показано расположеніе желѣзной арматуры во второмъ пролетѣ неразрѣзной плиты съ 4 пролетами между желѣзными двутавровыми балками и на черт. 18 таб. 155 представлена кривая наибольшихъ и наименьшихъ изгибающихъ моментовъ для этого второго пролета. Болѣе простыя формы арматуры неразрѣзной плиты изображены на чертежахъ 19 и 20 таб. 155.

Плиты, устроенныя въ видѣ консолей съ однимъ задѣланнымъ концомъ, оказываютъ въ верхней части растянутыя, а въ нижней сжатыя волокна, почему желѣзная арматура должна быть расположена въ верхней части плиты (Таб. 155, черт. 21). Если свѣсъ плиты очень значителенъ, то рекомендуется, располагать арматуру также въ сжатой части плиты (Таб. 155, черт. 22).

Соотвѣтственно уменьшающему отъ опоръ до свободнаго конца плиты моменту, для сбереженія матеріала можно давать ей меньшую толщину и получаютъ такимъ образомъ нижнюю поверхность плиты сводчатаго вида (Таб. 155, черт. 23).

Отдѣльные стержни арматуры въ растянутой части плиты или одновременно въ растянутой и сжатой части ея могутъ проходить сквозь бетонъ безъ связывающихъ приспособленій (Таб. 155, черт. 24 a и b и черт. 25 a и b).

Но если слѣдуетъ принимать въ разсчетъ скалывающія усилія, то для уменьшенія скалывающихъ напряженій, воспринимаемыхъ бетономъ, и для сохраненія тѣсной связи матеріала по всей высотѣ плиты или балки (см. „Приложеніе“), располагаютъ такъ называемыя подвѣски или хомуты, прикрѣпленныя однимъ концомъ къ арматурѣ (Таб. 155, черт. 26 a и b) и находящіяся другимъ свободно въ бетонной массѣ. Прикрѣпленныя къ арматурѣ подвѣски препятствуютъ также скольженію бетона по ней.

Если арматура имѣется въ растянутой и сжатой части плиты или балки, то обѣ арматуры могутъ быть связаны между собою подвѣсками (Таб. 155, черт. 27 a и b). Эти связи могутъ имѣть форму отдѣльно расположенныхъ вертикальныхъ или наклонныхъ подвѣсокъ; но послѣднее положеніе о по практическимъ причинамъ рѣдко встрѣчается. Иногда металлическій остовъ въ желѣзо-бетонной плитѣ или балкѣ устраивается въ видѣ рѣшетчатой фермы съ параллельными поясами (Таб. 155, черт. 28).

Замѣтимъ, что при употребленіи двутавроваго желѣза для арматуры желѣзо-бетонныхъ балокъ или плитъ, вертикальная стѣнка его представляетъ ничто иное, какъ сплошную связь между арматурами въ растянутой и сжатой части балокъ или плитъ, состоящими въ настоящемъ случаѣ изъ обоихъ поясовъ двутавроваго желѣза.

Слѣдуетъ предпочитать рѣшетчатый видъ соединенія обѣихъ арматуръ, при которомъ взаимная связь бетонной массы лучше сохраняется.

β. *Ребристыя плиты.* При перекрытіи помѣщеній значительныхъ пролетовъ простыя плиты получили бы очень большую толщину. Но такъ какъ предполагается, что бетонъ въ растянутой части плиты только въ незначительной мѣрѣ или вообще не сопротивляется растягивающимъ усиліямъ, то столь большая масса бетона въ этой части представляетъ излишнее увеличеніе издержекъ. Въ виду этого рекомендуется, устраивать плиты меньшей толщины и усилить ихъ ребрами. Ребра располагаютъ на небольшомъ разстояніи другъ отъ друга и размѣщаютъ въ нихъ желѣзную арматуру, между тѣмъ какъ промежутки между ними заполняются легкимъ матеріаломъ, напр. пустотѣлыми камнями (Таб. 155, черт. 29) или оставляются незаполненными.

Выгоды такой конструкціи заключаются еще въ томъ, что разстояніе между арматурой и сжатой частью ребра, противъ простыхъ плитъ, нѣсколько увеличено, чѣмъ всѣ напряженія соотвѣтственно уменьшаются.

Ребристыя плиты съ незаполненными промежутками могутъ быть разсмативаемы какъ рядъ вплоть другъ къ другу расположенныхъ тавровыхъ (┬) балокъ изъ бетона съ желѣзной арматурой въ нижней части стѣнокъ.

Если выступающія къ низу вооруженныя ребра располагаются на болѣе далекомъ разстояніи другъ отъ друга и если, соотвѣтственно этому, увеличиваются размѣры и усиливается арматура ихъ, то верхній слой бетона, образующій сжатый поясъ тавровой балки, представляетъ плоскую, задѣланную между ребрами плиту. Эта плита снабжается надлежащей желѣзной арматурой. Такимъ образомъ получается конструкція, при которой потолокъ изъ желѣзо-бетонной плиты въ тѣсной связи съ желѣзо-бетоннымъ поддерживающимъ прогономъ представляетъ балку тавровой формы (┬), собственно носящую названіе ребристой плиты.

Между плитой и ребромъ возникаютъ скалывающія напряженія, для надежнаго воспринятія которыхъ почти всегда располагаютъ вертикальныя подвѣски изъ круглаго или полосового желѣза. Для повышенія сопротивленія скалывающимъ усиліямъ увеличиваютъ также площадь опаснаго сѣченія ребра ниже плиты, давая ему бо́льшую ширину. При этомъ переходъ отъ ребра до плиты образуется по кривой (Таб. 155, черт. 30) или по прямой линіи (Таб. 155, черт. 31 и 32).

Такое уширеніе ребра представляетъ одновременно утолщеніе плиты у опоръ, гдѣ дѣйствуетъ наибольшій отрицательный моментъ, такъ что и въ этомъ отношеніи достигается повышеніе сопротивленія.

Возможно также, вмѣсто ребристой плиты, устройство желѣзо-бетонной балки съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ достаточнаго сопротивленія, въ которую просто упирается плита. Но въ такомъ случаѣ послѣдняя не участвуется въ сопротивленіи сжимающимъ усиліямъ, какъ при ребристыхъ плитахъ, и, поэтому, послѣднія оказываются болѣе экономическими.

Ребристыя плиты представляютъ противъ простыхъ плитъ сбереженіе матеріала; но эта выгода выравнивается при небольшихъ пролетахъ большими расходами на устройство опалубокъ для ребристыхъ плитъ и только отъ пролета приблизительно въ 4 m ребристыя плиты бываютъ выгоднѣе.

Разстояніе между ребрами зависитъ отъ размѣровъ перекрываемаго помѣщенія и колеблется между 1 до 4 m.

Въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ бо́льшія значенія допускаемаго разстоянія реберъ другъ отъ друга рѣдко встрѣчаются.

Опоры ребристыхъ плитъ обыкновенно устраиваются по чертежу 33 на таб. 155. Ребра входятъ въ стѣну и также плиты нѣсколько упираются въ нее. Иногда располагаютъ особую опорную балку, въ которую упираются ребро, какъ и плита (Таб. 155, черт. 34).

Расположеніе желѣзной арматуры въ ребрахъ подвергается тѣмъ же самымъ правиламъ, какъ расположеніе ея въ плитахъ. Одна лишь нижняя арматура часто оказывается недостаточной, особенно тогда, когда ребра концами задѣланы у опоръ и если они устроены въ видѣ неразрѣзной балки. Тогда въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ дѣйствуютъ отрицательные моменты, должна быть расположена желѣзная арматура также вблизи верхней грани плиты. Вмѣсто особой верхней арматуры во многихъ случаяхъ можно также довольствоваться изогнутыми вверхъ и выступающими за опоры концами нѣсколькихъ изъ стержней нижней арматуры.

При опредѣленномъ положеніи нагрузки, особенно при неравныхъ пролетахъ неразрывныхъ ребристыхъ плитъ, въ томъ или другомъ пролетѣ необходима проходящая верхняя ариматура.

Также въ такомъ случаѣ, если ребристая плита свободно лежитъ на двухъ опорахъ, при значительной нагрузкѣ ея, слѣдуетъ изогнуть вверхъ нѣсколько изъ стержней нижней арматуры (Таб. 156, черт. 1 a и b). Эти изогнутые стержни преимущественно предназначены для воспринятія главныхъ косыхъ растягивающихъ напряженій въ ребрѣ, которыя не могутъ восприниматься бетономъ. Но нѣсколько изъ стержней нижней арматуры должно прямо проходить до концовъ ребра. Число ихъ опредѣляется на основаніи допускаемыхъ напряженій сцѣпленія.

Такъ-какъ положительный моментъ отъ середины ребра до опоръ уменьшается и у послѣднихъ равняется нулю, то въ этомъ мѣстѣ въ полной нижней арматурѣ не нуждается. Это дѣйствительно также для задѣланныхъ у опоръ и неразрѣзныхъ

ребристыхъ плитъ, только съ той разницой, что при послѣднихъ моментъ уже на нѣкоторомъ разстояніи отъ опоръ (приблизительно въ $^1/_4$ до $^1/_3$ пролета) равняется нулю.

Чертежъ 2 на таблицѣ 156 показываетъ арматуру и кривую наибольшихъ ($M_{max.}$) и наименьшихъ ($M_{min.}$) моментовъ неразрѣзной ребристой плиты.

Въ нижней части ребра непосредственно у подпоръ возникаютъ значительныя сжимающія напряженія, для уменьшенія которыхъ оказывается цѣплесообразнымъ увеличеніе поперечнаго сѣченія ребра въ указанномъ мѣстѣ.

Это можетъ производиться въ видѣ консолей или кривого свѣса. Иногда консоль и свѣсъ, для повышенія сопротивленія сжимающимъ усиліямъ, также снабжаются желѣзной ариматурой.

Концами стержней арматуры ребра, выступающими за среднія подпоры или стѣны, получается нужное поперечное сѣченіе ея надъ подпорами или стѣнами, гдѣ дѣйствуютъ наибольшіе отрицательные моменты. Длину выступающей части стержней можно опредѣлить при помощи кривой моментовъ.

Незначительная задѣлка реберъ, проходящихъ надъ опорами или внутренними стѣнами, не принимается въ расчетъ.

Такимъ же образомъ слѣдуетъ поступать относительно опоръ концовъ реберъ, если задѣлка ихъ не обезпечена особыми приспособленіями.

Если нельзя помѣстить всѣ стержни арматуры у нижней грани ребра однимъ рядомъ, то принуждены, располалатъ ихъ двумя рядами, однимъ надъ другимъ. Но это не выгодно, такъ какъ въ такомъ случаѣ уменьшается разстояніе центра тяжести арматуры отъ нейтральной оси и вмѣстѣ съ тѣмъ и сопротивленіе ея.

Если нельзя избѣгать расположенія арматуры двумя рядами, то рекомендуется, выбирать стержни, изгибаемые вверхъ, изъ верхняго ряда. Изъ нижняго ряда могутъ быть изгибаемы стержни только тогда, когда всѣ расположены въ обоихъ рядахъ въ сдвинутомъ другъ относительно друга видѣ.

На чертежѣ 3 на таблицѣ 156 показано расположеніе арматуры въ плитѣ ребристой плиты. Изгибъ желѣзныхъ стержней производится при тонкихъ плитахъ съ уклономъ 1 : 2, а при болѣе короткихъ и толстыхъ уклонъ загнутыхъ концовъ стержней можетъ быть больше, а именно отъ 1 : 2 до 1 : 1$^1/_2$.

Если приходится перекрыть помѣщеніе опредѣленной величины, то оно раздѣляется одной или нѣсколькими главными балками въ отдѣльныя части, которыя или прямо перекрываются плитами, или располагаются еще между главными балками второстепенныя, собственно представляющія опоры плиты, устроенной въ неразрѣзномъ видѣ. Такъ-какъ второстепенныя балки могутъ быть располагаемы на произвольномъ разстояніи другъ отъ друга, то въ каждомъ случаѣ можно получить пролетъ плиты желаемой величины. Само собою разумѣется, что главная арматура плиты должна быть направлена перпендикулярна къ продольной оси второстепенныхъ балокъ. На чертежѣ 34 таб. 155 показанъ сюда относящійся примѣръ съ одной главной балкой A и четырьмя второстепенными B.

γ. *Подпоры.* Желѣзо-бетонныя подпоры предназначены, замѣнить желѣзныя и чугунныя подпоры, и, поэтому, должны получить только небольшое поперечное сѣченіе. Форма послѣдняго бываетъ квадратная, прямоугольная, шести- и восьмиугольная и круглая.

Обыкновенно на практикѣ встрѣчаются квадратныя желѣзо-бетонныя подпоры со скошенными кромками.

Арматура желѣзо-бетонныхъ подпоръ въ большинствѣ случаевъ состоитъ изъ вертикальныхъ круглыхъ стержней, которые, при центральной нагрузкѣ подпоръ, всегда располагаются симметрическими, между тѣмъ какъ при экцентрической нагрузкѣ неравномѣрное распредѣленіе напряженій по поперечному сѣченію подпоръ требуетъ несимметрическаго положенія стержней.

Вертикальные стержни должны находиться вблизи поверхности подпоръ и быть соединены между собою проволочными связами толщиною въ 7 mm, разстояніе которыхъ другъ отъ друга должно быть на 5 cm меньше толщины подпоры и во всякомъ случаѣ не больше 35 cm. Такимъ образомъ желѣзная арматура представляетъ остовъ, ограждающій бетонную массу и предохраняющій ее отъ боковаго сдвиженія. Въ этомъ обстоятельствѣ заключается та выгода, что при длинныхъ подпорахъ, которыя, какъ это само собою разумѣется, должны обладать надлежащимъ сопротивленіемъ продольному изгибу, кромѣ того сохраняется еще то сопротивленіе бетона раздробленію (Würfelfetskeit), которое онъ оказываетъ при кубической формѣ тѣлъ и которое больше сопро-

тивленія его раздробленію при продолговатой призматической формѣ ихъ.

Разстояніе желѣзной арматуры отъ поверхности подпоры должно быть такой величины, чтобы она предохранена была отъ продольнаго изгиба между поперечными связами, отъ образованія ржавчины и дѣйствія высокихъ температуръ въ случаѣ пожара.

При квадратныхъ подпорахъ небольшого поперечнаго сѣченія арматура состоитъ изъ четырехъ желѣзныхъ стержней, расположенныхъ на четырехъ углахъ (Таб. 156, черт. 4 a и b). При большей нагрузкѣ подпоръ, требующей бо́льшаго поперечнаго сѣченія, обыкновенно располагаются восемь стержней (Таб. 156, черт. 5 a—c).

Иногда устраиваютъ желѣзо-бетонныя подпоры пустотѣлыми. Въ такомъ случаѣ онѣ могутъ служить прямо для стока дождевой воды или для укладки въ нихъ газовыхъ, водосточныхъ трубъ и др. (Таб. 156, черт. 6).

Стыкъ вертикальныхъ стержней производится проще всего при помощи газовой трубки (Таб. 156, черт. 7), надѣтой на концы ихъ.

Употребленіе желѣзныхъ стержней особой формы при подпорахъ въ еще меньшей мѣрѣ доставляетъ выгоду противъ обыкновеннаго круглаго желѣза, чѣмъ при плитахъ.

Отклоненія отъ выше показаннаго типа арматуры подпоръ встрѣчаются относительно поперечной связи вертикальныхъ стержней. Эти отклоненія заключаются въ томъ, что проволочныя связи замѣнены таковыми изъ полосового желѣза толщиною въ 3 mm, или связь производится кусками листового желѣза, просверленными и надѣтыми на стержняхъ (система „Hennebique“) (Таб. 156, черт. 8) или она состоитъ изъ проволоки, изогнутой въ видѣ креста (система „Degou“) (Таб. 156, черт. 9).

Выше показанныя отклоненія отъ обыкновенной формы поперечной связи невыгодны. Поперечная связь по системѣ „Hennebique“ прерываетъ бетонную массу на относительно большую часть поперечнаго сѣченія подпоры, а въ примѣненіи формы поперечной связи по системѣ „Degou“ заключается тотъ недостатокъ, что желѣзный остовъ арматуры не ограждаетъ бетонной массы.

Подпоры, арматура которыхъ состоитъ изъ жесткаго остова изъ фасоннаго желѣза, облеканнаго бетонной массой, не представляютъ собственно желѣзобетонной конструкціи. Остовъ ни въ чемъ не отличается отъ обыкновенныхъ желѣзныхъ подпоръ и самостоятельно воспринимаетъ всѣ напряженія. Бетонъ образуетъ только оболочку, предназначенную, предохранять металлическія части отъ дѣйствія огня въ случаѣ пожара. Эта бетонная оболочка обыкновенно получается при помощи постоянной формы, въ которую наливается бетонъ. Можно сдѣлать форму изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла (Таб. 156, черт. 10) или изъ проволочной сѣтки (Таб. 156, черт. 11), покрываемыхъ слоемъ штукатурки изъ цементнаго раствора для предохраненія металла отъ дѣйствія огня. При нѣкоторыхъ системахъ постоянная форма для наливанія бетонной оболочки состоитъ изъ цилиндра изъ листового желѣза или чугуна, остающагося виднымъ снаружи.

По новѣйшимъ опытамъ въ Вѣнѣ желѣзныя подпоры съ бетонной оболочкой обладаютъ гораздо бо́льшимъ сопротивленіемъ, чѣмъ таковая равныхъ размѣровъ безъ оболочки.

Съ недавняго времени фирмою Wayss & Freytag вводится на практику новая система арматуры желѣзо-бетонныхъ подпоръ по патенту Considère'a.

При этой системѣ вертикальная арматура состоитъ только изъ тонкихъ стержней, между тѣмъ какъ главная часть ея образуется спиральной обёрткой бетоннаго тѣла, изготовленной изъ круглаго желѣза и находящейся цѣликомъ въ бетонѣ. Такая арматура представляетъ отличную защиту бетонной массы отъ бокового сдвиженія при сжимающихъ усиліяхъ. Для примѣненія указанной системы оказываются удобнѣе всего подпоры круглаго, восьмиугольнаго и также шестиугольнаго поперечнаго сѣченія. По опытамъ Considère'a и опытной станціи въ Штутгартѣ сопротивленіе спиральной арматуры оказалось въ 2,4 раза больше, чѣмъ сопротивленіе вертикальной арматуры равнаго вѣса. Въ виду этого примѣненіе системы спиральной арматуры представляетъ отличное использованіе матеріала.

На практикѣ подпоры указаннаго типа до сихъ поръ еще очень рѣдко встрѣчаются, такъ какъ еще не имѣется сюда относящихся правительственныхъ постановленій для допускаемыхъ напряженій.

Устройство подпоръ со спиральной арматурой оправдывается только тогда, когда онѣ должны выдерживать значительную нагрузку, но, не смотря на то, могутъ получить только небольшое поперечное сѣченіе. На чертежѣ 12 a и b таб. 156 представлена часть подпоры со спиральной арматурой.

δ. *Своды*. Для сказаннаго въ слѣдующемъ предполагается, что своды имѣютъ цилиндрическую форму и, поэтому, кривая направляющая ихъ представляетъ дугу круга, эллиптическую или коробовую линію. Сложные своды въ большинствѣ случаевъ составлены изъ цилиндрическихъ. Далѣе предполагается, что сѣченіе, получаемое въ произвольномъ мѣстѣ свода нормальной къ втутренней поверхности его плоскостью, представляетъ прямоугольникъ и что нагрузка свода состоитъ изъ вертикальныхъ силъ, дѣйствующихъ на внѣшнюю выпуклость свода.

Равнодѣйствующую внѣшнихъ силъ въ произвольномъ нормальномъ сѣченіи свода можно разложить на перпендикулярную къ сѣченію силу и параллельную къ нему. Послѣдняя составляющая не принимается въ разсчетъ. Такимъ образомъ получаются тѣ-же самыя условія, какъ при подпорахъ, на поперечное сѣченіе которыхъ дѣйствуетъ одна лишь нормальная сила. Если точка приложенія этой силы лежитъ внутри ядра сѣченія свода, то вызываются въ немъ одни лишь сжимающія напряженія, но если точка приложенія находится внѣ ядра, то возникаютъ въ сѣченіи также растягивающія напряженія. Такъ какъ при сводахъ обыкновенно преобладаютъ сжимающія усилія, то скалывающія напряженія, по незначительной величинѣ ихъ, играютъ толлко второстепенную роль.

При равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ и цѣлесообразной формѣ свода не трудно, избѣгать растягивающихъ усилій, не будучи принуждены при этомъ, давать своду чрезмѣрную толщину. Но при значительной односторонней нагрузкѣ и неподходящей формѣ свода очень часто невозможно, достигать этого помощью обыкновенныхъ каменныхъ матеріаловъ, если толщина свода не должна превосходить опредѣленную величину.

Въ такомъ случаѣ непремѣнно рекомендуется употребленіе желѣзо-бетона.

Расположеніе желѣзной арматуры въ бетонныхъ сводахъ подвергается тѣмъ же самымъ правиламъ, какъ расположеніе ея въ плитахъ, т.-е. арматура должна быть расположена въ тѣхъ мѣстахъ свода, гдѣ слѣдуетъ опасаться дѣйствія растягивающпхъ усилій. При помощи кривыхъ давленій легко возможно будетъ, опредѣлить дѣйствующую на произвольное сѣченіе свода силу.

Одна лишь арматура вблизи внутренней поверхности свода (Таб. 156, черт. 13) рѣдко оказывается достаточной. При цилиндрическихъ сводахъ незначительной толщины растягивающія усилія встрѣчаются не только у пятъ на внутренней поверхности и въ ключѣ у внѣшней выпуклости, но также около середины полусвода, гдѣ, вслѣдствіе этого, приходится опасаться образованія шва перелома. Поэтому въ сосѣдней съ этимъ мѣстомъ части свода необходимо, располагать еще дополнительную арматуру. Шовъ перелома обыкновенно находится на нѣкоторомъ разстояніи отъ пятъ, но при очень плоскихъ сводахъ и иногда еще при другихъ обстоятельствахъ также у самыхъ пятъ. Поэтому дополнительная арматура у внѣшней выпуклости свода должна распространяться отъ пятъ до приблизительно четверти пролета свода (Таб. 156, черт. 14). Такъ какъ довольно затруднительно, точно опредѣлить положеніе шва перелома и вмѣстѣ съ тѣмъ и длину дополнительной арматуры, то обыкновенно предпочитаютъ, располагать непрерывную арматуру также у внѣшней выпуклости свода (Таб. 156, черт. 15). Этимъ также уменьшаются сжимающія напряженія, воспринимаемыя бетономъ.

Иногда располагаютъ дополнительную арматуру, показанную на чертежѣ 16 таб. 156, въ наклонномъ видѣ и соединяютъ ее съ полной арматурой у внутренней поверхности свода. Такая наклонная дополнительная арматура иногда встрѣчается также при двойной непрерывной арматурѣ (Таб. 156, черт. 17). Тогда она служитъ для усиленія пятъ и воспринятія незначительныхъ скалывающихъ напряженій.

Выше показанныя формы арматуры остаются неизмѣнными также въ такомъ случаѣ, если для увеличенія сопротивленія толщина свода постепенно увеличивается отъ ключа къ пятамъ.

Если своды ограничены сверху горизонтальной плоскостью, то верхняя арматура также получаетъ горизонтальное положеніе, а впрочемъ типическія формы арматуры не измѣняются (Таб. 156, черт. 18—22).

Хотя скалывающія напряженія въ сводахъ имѣютъ только незначительную величину, то для воспринятія ихъ подвѣски, показанныя на чертежѣ 23 таб. 156, собственно излишни.

Не смотря на то такія подвѣски не рѣдко встрѣчаются; тогда онѣ могутъ быть расматриваемы какъ усиленіе устойчивости свода. Послѣдней

способствуется также прочнымъ закрѣпленіемъ желѣзной арматуры въ опорахъ.

Устраиваются также ребристые своды на подобіе обыкновенныхъ ребристыхъ плитъ. При этомъ перекрытіе между ребрами можетъ быть плоскаго (Таб. 157, черт. 1 a и b) или сводчатаго вида (Таб. 157, черт. 2 a и b).

ε. *Лѣстницы.* Лѣстницы всякаго вида, о которыхъ подробно и обстоятельно сказано было въ сюда относящейся главѣ настоящаго руководства, могутъ быть устраиваемы также изъ желѣзо-бетона.

Можно различить двѣ главныхъ группы лѣстницъ: подпертыя и висячія.

При подпертыхъ лѣстницахъ бетонныя ступени могутъ быть поддержаны по всей длинѣ ихъ плоской (Таб. 157, черт. 3) или сводчатой плитой (Таб. 157, черт. 4) изъ желѣзо-бетона, или поддерживающая плита совмѣщается со ступенями, такъ-что обѣ части представляютъ одно цѣлое (Таб. 157, черт. 5). При этомъ ступени упираются только обоими концами въ стѣны или тетивы. Въ такомъ случаѣ ступени, какъ и тетивы устраиваются въ видѣ желѣзо-бетонныхъ балокъ, подвергающихся изгибающимъ усиліямъ.

Желѣзная арматура поддерживающихъ плитъ, какъ и ступеней и тетивъ, располагается преимущественно въ растянутой, т.-е. въ нижней части ихъ, соотвѣтственно уже извѣстнымъ правиламъ (Таб. 157, черт. 6).

Если ступени однимъ концомъ задѣланы въ стѣну, а другимъ свободно лежатъ на опорѣ, тогда въ верхней части задѣланнаго конца ихъ также возникаютъ растягивающія напряженія и, поэтому, въ этомъ мѣстѣ также слѣдуетъ располагать желѣзную арматуру.

При висячихъ лѣстницахъ одинъ конецъ ступеней задѣланъ въ стѣну, а другой вообще не поддержанъ, такъ что каждая отдѣльная ступень представляетъ консольную балку, одна лишь верхняя часть которой подвергается растягивающимъ усиліямъ. Поэтому только въ этой части требуется желѣзная арматура (Таб. 157, черт. 7).

ζ. **Стѣны.** Если стѣны предназначены, воспринимать исключительно вертикальную нагрузку, тогда арматура располагается въ серединѣ ихъ, а стержнямъ сопротивленія ея даютъ горизонтальное положеніе (Таб. 157, черт. 8 a и b). Вертикальное стержни служатъ для распредѣленія нагрузки по горизонтальнымъ.

Если стѣны подвергаются также боковому давленію, тогда онѣ получаютъ бо́льшую толщину и двойную арматуру у обѣихъ поверхностей ихъ (Таб. 157, черт. 9).

По системѣ „Wayss“ горизонтальные стержни арматуры загибаются вверхъ со стрѣлкою въ $^1/_8$ пролета (Таб. 157, черт. 10). Такая форма арматуры примѣняется тогда, когда стѣны не должны производить давленіе на поддерживающія ее части.

Имѣются еще другія системы арматуры стѣнъ, о которыхъ мы будемъ говорить при изложеніи конструкціи желѣзо-бетонныхъ стѣнъ во главѣ о примѣненіи желѣзо-бетона.

η. **Крыши.** Крыши изъ желѣзо-бетона представляютъ комбинацію изъ балокъ, подпоръ и плоскихъ плитъ или самостоятельные своды. Арматура въ этихъ частяхъ располагается по уже извѣстнымъ правиламъ.

ϑ. **Основанія.** При основаніяхъ встрѣчается примѣненіе желѣзо-бетона троякаго вида: для промежуточныхъ сооруженій между подошвой фундамента стѣнъ или отдѣльныхъ подпоръ и грунтомъ, служащихъ для распредѣленія нагрузки на бо́льшую площадь послѣдняго, для свайныхъ ростверковъ и для опускныхъ колодцевъ. Объ обоихъ послѣднихъ видахъ въ настоящемъ руководствѣ не будемъ говорить, между тѣмъ какъ относительно промежуточныхъ сооруженій изъ желѣзо-бетона замѣтимъ, что таковыя представляютъ плиты, вооруженіе которыхъ зависитъ отъ рода дѣйствующихъ силъ. Если плита должна воспринимать нагрузку одной лишь стѣны, то оказывается достаточной арматура въ нижней растянутой части ея, стержни сопротивленія которой расположены перпендикулярно къ продольной оси стѣны (Таб. 157, черт. 11).

Если фундаментная плита нагружена нѣсколькими стѣнами, то она представляетъ видъ неразрѣзной плиты и, поэтому, арматура между стѣнами должна быть расположена въ той верхней части ея, гдѣ возникаютъ растягивающія напряженія. При этомъ верхняя арматура можетъ состоять изъ отдѣльныхъ горизонтальныхъ стержней (Таб. 157, черт. 13), или стержни нижней арматуры изгибаются вверхъ и продолжаются по горизонтальному направленію (Таб. 157, черт. 12).

Фундаментныя плиты отдѣльныхъ подпоръ, соотвѣтственно дѣйствующимъ въ нихъ растягивающимъ усиліямъ, получаютъ арматуру изъ перекрестныхъ стержней.

Значительное преимущество фундаментныхъ плитъ изъ желѣзо-бетона заключается въ томъ, что онѣ могутъ выдерживать также растягивающія усилія и, поэтому, требуютъ гораздо меньшей толщины, чѣмъ плиты изъ другого каменнаго матеріала.

h. Примѣненія желѣзо-бетона въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ. Типическая форма и расположеніе желѣзной арматуры въ различныхъ частяхъ зданій изъ желѣзобетона въ общихъ чертахъ уже показаны были въ предыдущихъ статьяхъ; въ настоящей главѣ должна быть подробно разсматриваема конструкція частей зданій по наиболѣе употребительнымъ системамъ.

a. Потолки. Общія замѣчанія. Потолки изъ желѣзо-бетона можно подраздѣлить на двѣ главныхъ группы; характеристическія свойства ихъ слѣдующія.

1) Потолки состоятъ изъ желѣзо-бетонныхъ плитъ, поддержанныхъ деревянными или желѣзными балками. При этомъ плиты могутъ обладать плоской или сводчатой формой.

2) Потолки устроены цѣликомъ изъ желѣзобетона въ видѣ плитъ одинаковой толщины, ребристыхъ плитъ, сводовъ безъ реберъ и сводовъ съ ребрами.

Половой настилъ желѣзо-бетонныхъ потолковъ устраивается изъ тѣхъ же самыхъ матеріаловъ, какъ при другихъ потолкахъ. Встрѣчаются деревянный досчатый полъ на лагахъ, паркетный полъ на черномъ полѣ и асфальтѣ, асфальтовые, цементные полы изъ раствора или плитъ и полы изъ линолеума, приклеиваемаго непосредственно къ бетону.

1) Плоскіе потолки. Система „Monier“. Желѣзная арматура плитъ по системѣ „Monier“ состоитъ изъ двухъ группъ параллельныхъ круглыхъ стержней, перекрещивающихся подъ прямымъ угломъ (Таб. 157, черт. 14 и 15). Стержни a одной группы называются стержнями сопротивленія, а стержни b другой группы стержнями распредѣленія. Стержни сопротивленія, предназначенные воспринимать растягивающія напряженія, расположены по направленію пролета и ниже стержней распредѣленія. Если плита упирается въ четыреугольную раму, образованную изъ балокъ, то стержни сопротивленія помѣщаются параллельно къ меньшей сторонѣ четыреугольника.

Стержни распредѣленія имѣютъ цѣлью, распредѣлить болѣе или менѣе сосредоточенную нагрузку на большее число стержней сопротивленія и одновременно, во время изгиба плиты, усилить сцѣпленіе бетона съ желѣзомъ. Кромѣ того они облегчаютъ производство работы трамбованія бетона, удерживая при этомъ стержни сопротивленія въ опредѣленномъ взаимномъ разстояніи. Стержни сопротивленія находятся въ нижней части плиты ниже стержней распредѣленія, а при неразрѣзной плитѣ въ верхней растянутой части ея у опоръ вверху ихъ.

При небольшомъ пролетѣ и незначительной нагрузкѣ плитъ стержни распредѣленія иногда пропускаются. Стержни сопротивленія располагаютъ по возможности ближе къ поверхности растянутой части плиты; но разстояніе поверхности стержней отъ поверхности бетонной плиты должно быть не меньше 1 cm. Если поперечникъ стержней сопротивленія меньше 1 cm, то можно уменьшить упомянутое разстояніе до 0,5 cm, но только при предположеніи, что поверхность плиты послѣ снабжается штукатуркой.

Пролетъ простыхъ плоскихъ плитъ принимается въ 1,2 до 2,5 m. и только въ рѣдкихъ случаяхъ встрѣчается пролетъ въ 3 m. Толщина плитъ опредѣляется разсчетомъ; она вообще измѣняется отъ 8 до 20 cm. Меньшая толщина, чѣмъ въ 8 cm, не допускается при плитахъ, долженствующихъ выдерживать какую-нибудь нагрузку.

Величина поперечника стержней сопротивленія колеблется между 5 и 15 mm при взаимномъ разстояніи ихъ отъ 5 до 20 cm.

Стержнямъ распредѣленія обыкновенно даютъ поперечникъ отъ 5 до 8 mm при взаимномъ разстояніи ихъ отъ 10 до 30 cm. Стержни сопротивленія и распредѣленія въ мѣстѣ перекрещенія связываются проволокою толщиной въ 1 mm.

Для усиленія сцѣпленія бетона съ желѣзомъ непремѣнно рекомендуется, давать концамъ стержней сопротивленія крючкообразную форму, показанную на чертежѣ 12 въ „Приложеніи“. Загнутые подъ прямымъ угломъ концы стержней гораздо менѣе хорошо дѣйствуютъ.

Самый простой видъ потолка получается, если плита поддерживается деревянными (Таб. 157, черт. 17) или желѣзными двутавровыми балками (Таб. 157, черт. 16). При показанныхъ примѣрахъ предполагается, что плита впередъ изготовлена и

длина ихъ равняется разстоянію балокъ другъ отъ друга. При этомъ видѣ опоръ отрицательныхъ моментовъ нѣтъ, и арматура, вслѣдствіе этого, находится только въ нижней части плиты. Устройство показанныхъ потолковъ не требуетъ дорогихъ подмостей и опалубокъ. Чтобы защищать деревянныя балки отъ сырости бетона, прокладываютъ между ними и плитой асфальтовый толь или рубероидъ.

Соединеніе плитъ между собою производится фальцомъ, а швы между ними замазываются цементнымъ растворомъ. Полъ можетъ состоять изъ цементнаго или асфальтоваго слоя и др.

Если плита въ мѣстѣ, для котораго она предназначена, трамбуется въ видѣ неразрѣзной плиты, тогда нѣсколько стержней сопротивленія должно изгибаться вверхъ, соотвѣтственно дѣйствующимъ отрицательнымъ моментамъ (Таб. 157, черт. 18 и 19).

Балки могутъ остаться открытыми (Таб. 157, черт. 16 и 17) или онѣ окружаются для защиты отъ дѣйствія огня бетономъ (Таб. 157, черт. 18) или желѣзо-бетоннымъ покровомъ по системѣ „Monier“ толщиною отъ 3 до 5 cm (Таб. 157, черт. 19). Для этой цѣли можно употреблять также цѣльно-рѣшетчатый металлъ.

Потолки, служащіе только для верхняго ограниченія помѣщеній, не выдерживая при этомъ никакой нагрузки, устраиваютъ слѣдующимъ образомъ. Укладываютъ плиты на нижніе пояса двутавровыхъ балокъ, при чемъ пояса могутъ быть оставлены открытыми (Таб. 157, черт. 20) или защиты бетоннымъ покровомъ (Таб. 157, черт. 21). Нижніе пояса двутавровыхъ балокъ могутъ находиться въ одномъ уровнѣ съ нижней поверхностью плиты и тогда должны снабжаться масляной окраской или оболочкой по системѣ „Rabitz“; но лучше опускаютъ нижнюю грань плиты немного ниже нижнихъ поясовъ двутавровыхъ балокъ и перекрываютъ такимъ образомъ полученную пустоту сѣткой изъ проволоки, предназначенной для поддерживанія слоя штукатурки изъ цементнаго раствора. Концы стержней при такомъ способѣ устройства немного загибаются вверхъ (Таб. 157, черт. 22).

Потолки съ поломъ, предназначенные выдерживать полную нагрузку, также могутъ быть устраиваемы съ плитами, уложенными на нижніе пояса двутавровыхъ балокъ. Тогда пространство между плитой и поломъ заполняется легкимъ матеріаломъ, который въ состояніи передавать нагрузку пола на плиты. Такой матеріалъ представляетъ прежде всего шлаковый и обыкновенный тощій бетонъ.

Полъ можетъ быть произвольнаго вида. Если онъ долженъ состоять изъ досчатаго настила, то укладываютъ лаги на верхніе пояса двутавровыхъ балокъ (Таб. 157, черт. 22) или погружаютъ ихъ въ заполнительный матеріалъ (Таб. 157, черт. 23).

Балки должны получить крѣпкія опоры изъ твердаго камня или изъ желѣзной плиты, длина которой должна равняться длинѣ цѣлаго кирпича; кромѣ того, онѣ скрѣпляются со стѣнами анкерными связами.

Если нагрузка должна быть воспринимаема верхней плитой, а нижняя поверхность потолка при этомъ должна оказывать плоскій видъ, то также на нижніе пояса балокъ укладываютъ плиты. Такъ какъ нижнія плиты должны выдерживать только свой собственный вѣсъ, то онѣ нерѣдко представляютъ простыя штукатурныя плиты изъ гипса толщиной онъ 2 до 3 cm, или онѣ изготовляются по системѣ „Rabitz“. Такія плиты состоятъ изъ сѣтки изъ оцинкованной желѣзной проволоки поперечникомъ отъ 1 до 3 mm, покрытой смѣсью изъ цементнаго раствора, гипса и телячьихъ волосовъ. Плиты послѣдняго вида имѣютъ толщину отъ 3 до 5 mm и мѣстами подвѣшиваются къ верхнимъ плитамъ.

При примѣненіи плитъ указанныхъ видовъ разстояніе между балками лучше не превосходитъ 1,25 m.

При большемъ разстояніи приходится устраивать нижнія плиты также по системѣ „Monier“. При этомъ пространство между верхними и нижними плитами остается пустымъ (Таб. 157, черт. 24) или, въ случаѣ надобности, для уменьшенія тепло- и звукопроводности, заполняется легкимъ матеріаламъ, какъ-то: золой, измельченной пробкой, пробковымъ кирпичемъ, шлаками, толченнымъ коксомъ, штукатурнымъ мусоромъ и т. п. (Таб. 157, черт. 25).

Въ плитахъ по системѣ „Monier“ можно замѣнить круглые стержни арматуры таковыми особой формы, показанными на чертежахъ 2—7 таб. 155, при чемъ впрочемъ конструкція остается неизмѣнной.

Такимъ образомъ получаютъ системы плитъ

„Thacker", „Mueser", „Johnson", „Ransome" и „Kahn".

Система „Cotancin". При системѣ „Cotancin" круглые стержни сопротивленія и распредѣленія образуютъ сѣтеобразный плетень (Таб. 157, черт. 27).

Система „Stolte". При системѣ „Stolte" стержни сопротивленія состоятъ изъ полосового желѣза, поставленнаго на ребро.

Система „Hyatt". При системѣ „Hyatt" стержни сопротивленія также состоятъ изъ полосового желѣза, поставленнаго на ребро. Въ линіяхъ тяжести отрѣзки полосового желѣза снабжаются отверстіями, черезъ которыя просовываются тонкіе распредѣлительные стержни изъ круглаго желѣза (Таб. 157, черт. 26).

Система „Müller". При системѣ „Müller" стержни сопротивленія состоятъ изъ небольшихъ профилей полосового, тавроваго, двутавроваго и иногда также изъ углового и зетоваго желѣза. Стержни сопротивленія связываются въ сѣтеобразномъ видѣ отрѣзками изъ полосового желѣза, поставленнаго на ребро (Таб. 157, черт. 28).

Система „Donath". Арматура плитъ по системѣ „Donath" ни въ чемъ не отличается отъ арматуры по системѣ „Müller". Разница между обѣими системами заключается только въ томъ, что при системѣ „Donath" къ арматурѣ подвѣшена натянутая проволочная сѣтка, воспринимающая сперва тонкій слой штукатурки, а затѣмъ слой бетона (Таб. 157, черт. 29). Такимъ образомъ дорогая опалубка при производствѣ работы дѣлается излишней.

При другой системѣ „Donath" стержни сопротивленія имѣютъ S — образное поперечное сѣченіе.

Система „Habrich". При системѣ „Habrich" стержни сопротивленія состоятъ изъ полосового желѣза, скрученнаго въ нагрѣтомъ состояніи, для лучшаго сцѣпленія съ бетономъ, въ спираль. Полосовое желѣзо, изъ котораго изготовляются спиральные стержни, имѣетъ ширину въ 35 или 40 mm и толщину въ 1,6 mm относительно 1,5 mm. Стержни располагаются на взаимномъ разстояніи отъ 15 до 33 cm, при чемъ бетонная плита дѣлается толщиной отъ 8 до 10 cm. Разстояніе желѣзныхъ стержней отъ нижней поверхности потолка обыкновенно составляетъ 2 cm.

Стержни распредѣленія при этой системѣ не употребительны; только нѣсколько тонкихъ прутьевъ изъ круглаго желѣза сохраняютъ взаимное разстояніе между стержнями во время трамбованія бетона.

Плиты по указанной системѣ могутъ быть уложены на верхніе пояса двутавровыхъ балокъ (Таб. 158, черт. 1) или на нижніе пояса ихъ (Таб. 158, черт. 2) или стержни имѣютъ изогнутую форму и упираются въ нижніе пояса балокъ (Таб. 158, черт. 3).

Система „Wünsch". При системѣ „Wünsch" арматура плиты состоитъ изъ стержней изъ тавроваго желѣза, уложенныхъ на верхніе пояса двутавровыхъ балокъ, которыя остаются открытыми; или нижними поясами балокъ поддерживается плоскій потолокъ (Таб. 158, черт. 4 a и b).

Система „Wünsch" примѣняется только для небольшихъ пролетовъ.

Система „Wilson". При системѣ „Wilson" арматура плиты состоитъ изъ кривыхъ отрѣзковъ изъ полосового желѣза, уложенныхъ на верхніе пояса двухтавровыхъ балокъ, съ которыми они скрѣпляются (Таб. 158, черт. 5). Стержни обладаютъ изогнутой книзу формой. Ширина полосового желѣза принимается въ 50 mm, а толщина его въ 12 mm, при чемъ разстояніе между отрѣзками составляетъ 0,6 m, считая отъ оси до оси. Такъ какъ подъ отрѣзками трамбованіе бетона невозможно, то здѣсь употребляется растворъ, а сверху арматуры бетонъ. Плитами указаннаго вида можно перекрывать пролеты значительной величины.

Система „Koenen" (Voutenplatte). При системѣ „Koenen" желѣзная арматура плиты состоитъ изъ круглыхъ стержней, обладающихъ видомъ цѣпной линіи. Вблизи опоръ стержни загибаются вверхъ и подходятъ близко къ верхней грани плиты.

Стержней распредѣленія не имѣется. Крючкообразные концы стержней обыкновенно обхватываютъ верхніе пояса двутавровыхъ балокъ, но иногда они продолжаются также въ прямомъ видѣ въ сосѣдній пролетъ. Стержни въ сосѣднихъ пролетахъ сдвинуты другъ относительно друга, чтобы они могли проходить надъ балками другъ мимо друга.

Плита имѣетъ въ средней части плоскую нижнюю поверхность, а къ опорамъ она утолща-

ется въ сводообразномъ видѣ (Таб. 158, черт. 6 и 7).

Къ стѣнамъ стержни арматуры прикрѣпляются при помощи полосового желѣза и якорей, между тѣмъ какъ бетонная плита болѣе или менѣе глубоко вдается въ кладку стѣны.

Иногда балокъ вообще не имѣется; тогда плита упирается прямо въ стѣны. На чертежахъ 8 до 12 таб. 158 показаны различныя формы задѣлки арматуры въ стѣну.

Если задѣлка арматуры въ стѣну по какимъ либо причинамъ не можетъ считаться надежной и, поэтому, плита свободно упирается въ стѣну, тогда стержни оставляются въ нижней части ея (Таб. 158, черт. 13), такъ какъ отрицательныхъ моментовъ у опоры нѣтъ.

Вслѣдствіе сводообразнаго утолщенія плиты у опоръ, расположенія арматуры въ этомъ мѣстѣ въ верхней части ея и неразрѣзности ея, она можетъ сопротивляться значительнымъ отрицательнымъ моментамъ надъ опорами $\left(\frac{Q.l}{12}\right)$, между тѣмъ какъ положительный моментъ въ серединѣ плиты обладаетъ меньшей величиной $\left(\frac{Q.l}{24}\right)$.

Пролетъ плитъ по системѣ „Koenen" принимается отъ 1,2 до 7,5 m, при чемъ наибольшая толщина ея въ серединѣ лучше не превосходитъ 20 cm.

Разстояніе верхней грани плиты отъ поясовъ балокъ должно быть не меньше 3 cm. Балки могутъ быть расположены одиночными или, въ случаѣ надобности, также двойными.

Потолки по системѣ „Koenen" преимущественно устраиваются въ фабрикахъ или заводахъ, гдѣ не требуется плоскій видъ ихъ.

Въ слѣдующемъ показано нѣсколько системъ перекрытій, которыя подобнымъ образомъ устроены, какъ перекрытія по системѣ „Koenen".

Система „Victoria". При этой системѣ употребляется не только бетонъ, но также пустотѣлые камни и кирпичная кладка.

На чертежѣ 14 таб. 158 показана плита, по системѣ „Victoria", при которой концы стержней арматуры изогнуты внизъ и упираются въ нижніе пояса двутавровыхъ балокъ.

Если оказывается желательнымъ усиленіе верхней части бетонной плиты, то въ этомъ мѣстѣ располагаются стержни, концы которыхъ изогнуты внизъ и упираются въ нижніе пояса балокъ (Таб. 158, черт. 15), между тѣмъ какъ арматура въ растянутой части плиты состоитъ изъ горизонтальныхъ прямыхъ стержней, доходящихъ до стѣнокъ двутавровыхъ балокъ.

Число стержней въ верхней части плиты бываетъ меньше, чѣмъ въ нижней.

Стержни нижней арматуры у опоръ могутъ изгибаться вверхъ и тогда проходитъ надъ балками въ сосѣдній пролетъ, между тѣмъ какъ верхняя арматура не измѣняетъ своего положенія (Таб. 158, черт. 16).

Иногда пропускаются стержни верхней арматуры, между тѣмъ какъ стержни нижней, какъ при предыдущемъ примѣрѣ, продолжаются надъ балками въ сосѣдній пролетъ. Стержни получаютъ правильное положеніе сжатіемъ уложенныхъ на нихъ отрѣзковъ изъ полосового желѣза, поставленныхъ на ребро. При значительной нагрузкѣ и большихъ пролетахъ располагаются въ сжатой части плиты еще усиливающіе короткіе стержни (Таб. 158, черт. 17).

Система „Ramisch". При системѣ „Ramisch" арматура состоитъ исключительно изъ прямыхъ стержней. Стержни надъ опорами по возможности дальше вдаются въ плиту, а стержни въ нижней части плиты доходятъ почти до балокъ (Таб. 158, черт. 18). Чтобы предохранять плиту отъ образованія трещинъ, вслѣдствіе измѣненія температуры, располагаются особые изогнутые стержни a.

Система „Klett". При системѣ „Klett" арматура имѣетъ ту же самую форму, какъ при системѣ „Koenen", но при ней круглые стержни замѣнены таковыми изъ полосового желѣза, къ которымъ приклепаны маленькіе уголки, предназначенные для сопротивленія скалывающимъ усиліямъ (Таб. 158, черт. 19). Для болѣе удачнаго сопротивленія отрицательнымъ моментамъ надъ балками расположены еще короткіе промежуточные стержни особой кривой формы изъ полосового желѣза.

Система „Pohlmann". Эта система только незначительно различается отъ системы „Koenen".

Нижняя поверхность потолковъ по системѣ „Pohlmann" составляется изъ отдѣльныхъ плоскихъ частей (Таб. 158, черт. 20 до 22) Потолки

такого вида представляютъ значительное сбереженіе матеріала.

Система „Lolat". Потолокъ по системѣ „Lolat" состоитъ главнымъ образомъ изъ обыкновенной желѣзо-бетонной плиты съ проходящими круглыми стержнями въ нижней части ея, между тѣмъ какъ надъ опорами расположены короткіе стержни, предназначенные для сопротивленія отрицательнымъ моментамъ. Эти короткіе стержни скрѣплены между собою при помощи проходящаго круглаго стержня, перпендикулярно направленнаго къ нимъ (Таб. 158, черт. 23 и 24).

Чтобы при трамбованіи бетона сохранять правильное положеніе стержней, располагаютъ зикзакобразное полосовое желѣзо, на углахъ котораго укладываются стержни арматуры.

Система „Holzer". При системѣ „Holzer" имѣется только нижняя арматура изъ стержней изъ двутавроваго желѣза высотой въ 2 cm, упирающихся въ нижніе пояса двутавровыхъ балокъ. Концы этихъ стержней изгибаются нѣсколько вверхъ, чтобы получить плоскую нижнюю поверхность потолка. Подъ каждымъ стержнемъ арматуры расположено круглое желѣзо, подвѣшенное къ нижнему поясу его при помощи проволоки. Между круглымъ желѣзомъ и нижнимъ поясомъ оставляется разстояніе въ 1,5 cm. Круглое желѣзо предназначено для поддерживанія тростниковыхъ стеблей для штукатурки (Таб. 158, черт. 25 a и b).

При пролетѣ въ 2,5 m разстояніе стержней арматуры дѣлается въ 25 cm.

Система „Wilkens". При системѣ „Wilkens" желѣзная арматура имѣетъ форму арочной фермы изъ полосового желѣза съ затяжкой изъ такого же желѣза (Таб. 158, черт. 26), при чемъ обѣ части могутъ быть расположены вплоть другъ къ другу (Таб. 158, черт. 28) или равномѣрно распредѣлены по всей длинѣ бетонной плиты (Таб. 158, черт. 27). Во всякомъ случаѣ онѣ связаны круглыми стержнями, просунутыми черезъ отверстія въ концахъ полосового желѣза.

Потолки изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла. О формѣ, недостаткахъ и преимуществахъ цѣльно-рѣшетчатаго металла (Таб. 155, черт. 1) уже сказано было въ статьѣ о желѣзѣ. Размѣры цѣльно-рѣшетчатаго металла показаны въ „Приложеніи".

Бетонныя плиты съ арматурой изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла на практикѣ находятъ довольно обширное примѣненіе.

При плитахъ небольшого пролета приблизительно до 2,3 m (листы цѣльно-рѣшетчатаго металла изготовляются длиной до 2, 4 m) обыкновенно оказывается достаточной одна лишь арматура въ нижней части металла. Въ такомъ случаѣ цѣльно-рѣшетчатый металлъ замѣняетъ стержни сопротивленія и распредѣленія въ плитахъ по системѣ „Monier". При употребленіи цѣльно-рѣшетчатаго металла при трамбованіи бетона не надобно обратить вниманіе на сохраненіе взаимнаго разстоянія отдѣльныхъ составныхъ частей арматуры, и, поэтому, работа можетъ производиться также менѣе опытными рабочими.

По каталогамъ желѣзо-бетонные потолки, устроенные съ цѣльно-рѣшетчатымъ металломъ, обходятся дешевле, чѣмъ потолки по системѣ „Monier".

Плиты съ цѣльно-рѣшетчатымъ металломъ могутъ быть расположены поверху двутавровыхъ балокъ, или онѣ упираются въ нижніе пояса ихъ.

Въ первомъ случаѣ балки могутъ остаться открытыми или, если требуется плоскій потолокъ, то располагается подъ балками слой штукатурки, уложенный по обрѣшеткѣ изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла, подвѣшенной къ желѣзнымъ прутьямъ, которые прикрѣплены къ нижнимъ поясамъ балокъ (Таб. 158, черт. 29).

Для защиты отъ огня балки обыкновенно снабжаются оболочкой изъ бетона. Открытыя балки для такой же цѣли окружаются листомъ цѣльно-рѣшетчатаго металла, по которому накладывается слой несгораемой штукатурки. Между послѣднимъ и балкой оставляется пустота (Таб. 158, черт. 30); или балки окружаются бетономъ, который еще покрывается слоемъ штукатурки, который можетъ сопротивляться дѣйствію огня (Таб. 158, черт. 31).

На чертежахъ 32 и 33 таб. 158 представлены два примѣра для потолковъ, при которыхъ бетонная плита съ цѣльно-рѣшетчатымъ металломъ упирается въ нижніе пояса двутавровыхъ балокъ.

На практикѣ встрѣчаются также потолки, при которыхъ арматура изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла расположена выше нижнихъ поясовъ и упирается въ заплечики, образуемые изъ бетона, въ который задѣланы открытыя балки.

При этомъ верхніе пояса послѣднихъ находятся въ одномъ уровнѣ съ поломъ (Таб. 158,

черт. 34), или уровень пола расположенъ немного выше.

Въ послѣднемъ случаѣ форма арматуры можетъ быть кривая, какъ при неразрѣзныхъ или задѣланныхъ плитахъ (Таб. 158, черт. 35).

При плитахъ большихъ пролетовъ съ арматурой изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла рекомендуется, распредѣлить растягивающія напряженія на двѣ арматуры, расположенныя одна непосредственно надъ другой. Нижняя арматура состоитъ изъ круглыхъ стержней сопротивленія, направленныхъ перпендикулярно къ продольной оси балокъ, а верхняя изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла. Послѣдній распредѣляетъ нагрузку по всей плитѣ и замѣняютъ, поэтому, стержни распредѣленія.

Замѣтимъ, что цѣльно-рѣшетчатый металлъ по направленію большихъ діагоналей клѣтокъ при равной ширинѣ обладаетъ бо́льшимъ сопротивленіемъ растягивающимъ усиліямъ, чѣмъ по направленію малыхъ діагоналей. Поэтому плиты съ арматурой изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла всегда должны быть расположены такъ, чтобы бо́льшія діагонали были направлены перпендикулярно къ продольной оси балокъ.

Для того, чтобы круглые стержни сопротивленія совершенно были окружены бетономъ, на разстояніи въ 1,5 m другъ отъ друга на опалубку укладываются круглые прутья поперечникомъ въ 10 mm, на которыхъ лежатъ стержни сопротивленія. Концы послѣднихъ на наружной стѣнѣ загибаются вокругъ полосового желѣза шириной въ 40 mm и толщиной въ 5 mm, скрѣпленнаго черезъ каждые 1,5 m якорями съ кладкой стѣны (Таб. 159, черт. 1). Если неразрѣзныя плиты упираются въ внутреннюю стѣну, то на нее также укладывается полосовое желѣзо, вокругъ котораго съ обѣихъ сторонъ загибаются концы стержней сопротивленія (Таб. 159, черт. 2).

Если двутавровыя балки представляютъ опору плиты, то концы стержней загибаются вокругъ верхнихъ поясовъ ихъ (Таб. 159, черт. 3).

На стержни сопротивленія кладутъ листы цѣльно-рѣшетчатаго металла. Стыки листовъ образуются перекроемъ ихъ на длину одной или двухъ клѣтокъ, при чемъ въ другой связи не нуждаются. По направленію короткихъ діагоналей соединеніе листовъ обезпечивается простымъ перекроемъ въ 0,15 m.

Для того, чтобы во время трамбованія бетона листы цѣльно-рѣшетчатаго металла не могли скользить одинъ по другому, они мѣстами связываются между собою проволокой.

Если же плиты съ арматурой изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла устраиваются въ видѣ плитъ по системѣ „Koenen“ со сводообразными опорами, при которыхъ концы арматуры находятся въ верхней части плитъ, то сводообразная часть плиты внизу арматуры уже передъ укладываніемъ послѣдней дѣлается готовой (Таб. 159, черт. 4), такъ-какъ трамбованіе бетона сквозь арматуру весьма затруднительно. Кромѣ того, такимъ образомъ укладываніе арматуры въ надлежащемъ положеніи значительно облегчается. Трамбованіе остальной части бетона должно продолжаться немедленно послѣ укладки арматуры, чтобы получить тѣсную связь между обоими слоями бетона.

Система „Matrai“. Арматура плитъ по системѣ „Matrai“ состоитъ изъ сѣтки висячихъ стальныхъ проволокъ толщиной въ 5 mm, прикрѣпленныхъ къ желѣзнымъ балкамъ, которыя представляютъ опоры плиты и обыкновенно образуютъ четыреугольникъ. Проволоки, принимающія форму цѣпной линіи, расположены нѣсколькими рядами по параллельному, перпендикулярному и діагональному къ балкамъ направленіямъ (Таб. 159, черт. 5—7). Діагональные ряды проволочной сѣтки имѣютъ цѣлью, передавать наибольшую часть нагрузки на концы балокъ, чѣмъ уменьшаются изгибающіе моменты, дѣйствующіе на плиты. Для этой цѣли иногда еще уменьшается дѣйствіе діагональныхъ проволокъ расположеніемъ діагональнаго каната изъ стальной проволоки, какъ это видно въ показанномъ примѣрѣ.

Этотъ канатъ также имѣетъ форму цѣпной линіи. Вообще расположеніе проволокъ въ сѣткѣ очень разнообразно. Число ихъ и одновременно передаваемая ими нагрузка можетъ уменьшаться отъ опоръ къ серединѣ балокъ, соотвѣтственно измѣненію величины изгибающаго момента; или проволоки параллельныхъ къ балкамъ рядовъ могутъ имѣть равное разстояніе другъ отъ друга и располагаться въ четвертяхъ четыреугольника, образуемаго балками; или расположеніе проволокъ дѣлается по указанному примѣру.

Для усиленія балокъ располагаются непосредственно возлѣ нихъ еще канаты изъ стальной проволоки, стрѣлка которыхъ равняется высотѣ балокъ.

Всѣ канаты и проволоки должны быть надежно прикрѣплены къ балкамъ или стѣнамъ, чтобы онѣ могли дѣйствовать какъ цѣпь.

Прикрѣпленіе проволокъ къ стѣнамъ производится при помощи пряжекъ треугольной формы, задѣланныхъ въ стѣну посредствомъ якоря изъ круглаго или полосового желѣза (Таб. 159, черт. 8a—c); или располагаютъ у стѣны особый краевой канатъ въ почти горизонтальномъ положеніи, связанный мѣстами съ выше показанными пряжками, и къ этому канату прикрѣпляются проволоки сѣтки посредствомъ обжиманія.

Діагональные канаты прикрѣпляются къ стѣнѣ также при помощи пряжекъ по виду выше показанной, между тѣмъ какъ канаты, идущіе параллельно къ балкамъ, прикрѣпляются посредствомъ пряжекъ, представленныхъ на чертежахъ 9a—c, таб. 159.

По мнѣнію изобрѣтателя бетонъ въ конструкціи показанныхъ плитъ долженъ играть только второстепенную роль и сопротивленіе его при разсчетѣ не принимается во вниманіе, а только сопротивленіе желѣзной арматуры.

Система „Koenen". (Plandecke) Плиты по системѣ „Koenen" (Plandecke) представляютъ видъ ребристыхъ плитъ съ плоскимъ потолкомъ, проходящимъ внизу балокъ. Бетону между ребрами снизу придаютъ сводчатую форму, такъ-что между плоскимъ потолкомъ и бетонными сводиками образуются пустоты, которыя могутъ служить для помѣщенія трубъ всякаго рода (Таб. 159, черт. 10 и 11). Вслѣдствіе пустотъ такіе потолки обладаютъ незначительнымъ вѣсомъ и представляютъ дурные звуко- и теплопроводники.

Подъ ребрами расположены бруски, которымъ можно давать различную высоту.

Въ нижней части каждаго ребра располагается одинъ круглый стержень поперечникомъ въ 1 cm, а толщина въ ключѣ сводиковъ дѣлается отъ 5 до 10 cm.

Разстояніе между ребрами, считая отъ середины до середины, составляетъ 25 cm.

Плоскій потолокъ можно устраивать очень просто изъ тростниковаго плетня, прибиваемаго гвоздями къ брускамъ, расположеннымъ подъ ребрами, или привязываемаго къ нимъ при помощи оцинкованной проволоки и слоя штукатурки. При этомъ въ подшивкѣ не нуждается.

Потолокъ образуется также гипсовыми досками, глиняными плитами и. т. п., прикрѣпленными непосредственно къ деревяннымъ брускамъ.

При производствѣ трамбованія бетона деревянные бруски поддерживаютъ опалубку, длиною въ 1 m, изъ листоваго желѣза. По отвердѣніи бетона опалубка удаляется.

Наибольшее разстояніе балокъ другъ отъ друга при этой системѣ можетъ составлять 3,5 m.

При значительной нагрузкѣ увеличиваютъ полезную высоту плиты, доводя ребра до нижнихъ поясовъ двутавровыхъ балокъ, при чемъ деревянные бруски должны быть расположены ниже.

Въ такомъ случаѣ послѣдніе вмѣстѣ съ желѣзной опалубкой по окончаніи работы трамбованія бетона снимаются и нижній плоскій потолокъ прикрѣпляется къ бетоннымъ ребрамъ посредствомъ задѣланныхъ въ нихъ аграфовъ изъ оцинкованной желѣзной проволоки.

Система „Klein". При системѣ „Klein" образуется растянутая часть потолка изъ кирпичей, между которыми расположены отрѣзки изъ полосового желѣза, поставленные на ребро и упирающіеся въ нижніе пояса двутавровыхъ балокъ (Таб. 159, черт. 12 и 13). Кирпичи могутъ быть обыкновенные, порыстые, пустотѣлые и др. Пространство надъ кирпичнымъ рядомъ заполняется, лучше всего, легкимъ бетономъ.

Наиболѣе тощая, еще допускаемая смѣсь раствора, употребляемаго для устройства такихъ потолковъ, составляется изъ 1 ч. портландскаго цемента, 1 ч. извести и 5 до 6 ч. песку.

Для производства работы необходимо сплошная опалубка, которой даютъ въ серединѣ небольшую стрѣлку. Опалубка подвѣшивается къ желѣзнымъ балкамъ помощью желѣзныхъ подвѣсокъ.

При употребленіи въ дѣло обыкновенныхъ кирпичей и пролетѣ въ 1,5 m. толщина полосового желѣза принимается въ 1,2 до 2 mm и ширина до 25 mm, при чемъ, при обыкновенной нагрузкѣ въ жилыхъ зданіяхъ, желѣзныя отрѣзки располагаются въ каждомъ второмъ швѣ, а, при болѣе значительной нагрузкѣ, въ каждомъ швѣ.

Потолки на подобіе указанной системы встрѣчаются многочисленные, при чемъ они различаются другъ отъ друга формой и расположеніемъ арматуры.

2) **Сводчатые потолки.** Система „Monier". Если пролетъ плоскихъ плитъ по системѣ „Monier" превосходитъ отъ 3 до 4 m, то онѣ получаютъ

очень большую толщину, чѣмъ собственный вѣсъ ихъ значительно увеличивается. Вслѣдствіе этого оказываются необходимыми также высокія балки, въ которыя упираются плиты, а этимъ увеличивается высота цѣлаго потолка. Во избѣжаніе этого неудобства можно замѣнить нижнія плиты таковыми сводчатой формы, требующими меньшихъ размѣровъ.

Сводчатымъ плитамъ даютъ стрѣлку отъ $1/10$ до $1/14$ пролета, при чемъ толщина плиты въ ключѣ принимается въ 5 до 8 cm.

Стержни сопротивленія имѣютъ кривую форму, соотвѣтствующую формѣ плиты. Впрочемъ видъ арматуры сводчатыхъ плитъ ни въ чемъ не различается отъ вида арматуры плоскихъ плитъ.

При равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ оказывается достаточной одна лишь арматура въ нижней части плиты, но, если вслѣдствіе односторонней нагрузки слѣдуетъ опасаться растягивающихъ усилій также въ верхней части плиты, то необходимо помѣстить и здѣсь арматуру, такъ-что получаются плиты съ двойной арматурой. Послѣдней трамбованіе бетона значительно затрудняется, почему въ настоящее время въ такихъ случаяхъ, въ которыхъ вслѣдствіе односторонней нагрузки двойная арматура необходима, сводчатыя плиты по системѣ „Monier“ замѣняются плитами по другимъ системамъ, не оказывающимъ выше упомянутаго недостатка.

Сводчатыя плиты упираются въ нижніе пояса двутавровыхъ балокъ, которыя оставляются открытыми или задѣлываются въ бетонъ (Таблица 159, черт. 14 и 15).

Заполненіе сверху сводчатыхъ плитъ можетъ состоять изъ шлаковаго бетона или другого легкаго матеріала.

На выравненную поверхность заполненія укладывается полъ произвольнаго вида.

Иногда потолокъ обазуется двойными плитами, при чемъ обѣ плиты могутъ имѣть кривую форму (Таб. 159, черт. 16), или верхняя обладаетъ плоскимъ видомъ и упирается въ верхніе пояса балокъ (Таб. 159, черт. 17). Послѣднимъ расположеніемъ распоръ сводчатыхъ плитъ значительно уменьшается.

Промежутокъ между обѣими плитами заполняется шлаковымъ бетононъ или другимъ легкимъ матеріаломъ, между тѣмъ какъ плиты сами устраиваются изъ жирнаго бетона.

Плиты указаннаго вида обладаютъ только незначительной звуко- и теплопроводностью.

Если требуется плоскій видъ потолка, то къ сводчатой плитѣ при помощи проволокъ подвѣшивается тонкая плоская плита по системѣ „Rabitz“ или таковая съ армартурой изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла (Таб. 159, черт. 18).

Система „Habrich“ (Таб. 159, черт. 19). При сводчатыхъ плитахъ по системѣ „Habrich“ форма желѣзныхъ стержней та же самая, какъ при плоскихъ плитахъ такой же системы.

Сводчатыя плиты настоящей системы устраиваются для пролетовъ отъ 2 до 5 m, при чемъ толщина ихъ въ ключѣ принимается отъ 8 до 10 cm. Къ опорамъ толщина плитъ нѣсколько увеличивается.

Стрѣлка составляетъ приблизительно $1/12$ пролета. Число стержней принимается отъ 4 до 6 на погонный метръ.

Система „Melan“. Желѣзная арматура сводчатыхъ плитъ по системѣ „Melan“ состоитъ изъ кривыхъ двутавровыхъ балочекъ, расположенныхъ на разстояніи другъ отъ друга приблизительно въ 1 m (Таб. 159, черт. 20 и 21). Стрѣлка плитъ дѣлается отъ $1/10$ до $1/17$ пролета, принимаемаго отъ 2,4 до 4 m при толщинѣ плитъ въ 8 cm. Высота двутавровыхъ балочекъ арматуры не должна превосходить 80 mm.

Концы кривыхъ балочекъ упираются въ нижніе пояса балокъ, къ стѣнкамъ которыхъ онѣ прикрѣпляются при помощи уголковъ.

Такія плиты, по дороговизнѣ ихъ, для малыхъ пролетовъ рѣдко находятъ примѣненіе.

Система „Wünsch“. При системѣ „Wünsch“ арматура сводчатыхъ плитъ составляется изъ отрѣзковъ углового или тавроваго желѣза (Таб. 159, черт. 22), изъ которыхъ одинъ имѣетъ кривую, а другой прямую форму. Въ вершинѣ оба отрѣзка связаны между собой заклепками. Впрочемъ конструкція такихъ плитъ мало различаются отъ конструкціи плитъ по предыдущей системѣ и также условія для примѣненія настоящей системы бываютъ тѣ же самыя.

3) **Потолки изъ ребристыхъ плитъ.** О расположеніи желѣзной арматуры въ ребристыхъ плитахъ все нужное уже сказано было въ сюда относящейся статьѣ.

Поэтому здѣсь должны быть разсматриваемы

только подробности конструкціи потолковъ изъ ребристыхъ плитъ по различнымъ системамъ.

Можно представить себѣ ребристую плиту, составленную изъ балки и плиты.

Какъ извѣстно, ширина плиты дѣлается не больше одной трети пролета ребра.

Система „Hennebique". Изъ системъ ребристыхъ плитъ система „Hennebique" на практикѣ находитъ обширное примѣненіе.

На чертежахъ 23 a и b и 24 a и b таб. 159 показаны два вида потолка по настоящей системѣ. Форма и расположеніе желѣзной арматуры извѣстны изъ прежняго.

Уголъ, подъ которымъ загибается нѣсколько стержней нижней арматуры, обыкновенно принимается въ 45°. Концы стержней, для сопротивленія скольженію бетона по желѣзу, загибаются подъ прямымъ угломъ (Таб. 159, черт. 26) или даютъ имъ крючкообразную форму (Таб. 159, черт. 27). Крючкообразная форма концовъ стержней, рекомендуемая Considère'омъ и показанная на чертежѣ 12 „Приложенія", по отличному дѣйствію ихъ, оказывается выгоднѣе всѣхъ остальныхъ.

Для воспринятія скалывающихъ напряженій въ бетонѣ располагаются подвѣски изъ полосового желѣза (Таб. 159, черт. 25). Въ „Приложеніи" подробно изъяснено, что подвѣски для этой цѣли не имѣютъ замѣчательнаго значенія, но онѣ оказываются полезными въ другомъ отношеніи.

Число подвѣсокъ уменьшается отъ опоръ до середины, соотвѣтственно уменьшенію скалывающихъ напряженій. Подвѣски обезпечиваютъ хорошую связь между плитой и ребрами.

Нѣкоторые строители замѣняютъ подвѣски изъ полосового желѣза таковыми изъ проволоки или круглаго желѣза.

На чертежѣ 1 таб. 160 представленъ потолокъ по системѣ „Hennebique" съ главными и второстепенными балками, изъ которыхъ первыя упираются въ подпоры изъ желѣзо-бетона.

Иногда потолки изъ ребристыхъ плитъ устраиваются сводчатаго вида (Таб. 160, черт. 2).

Если проходящіе стержни расположены также въ верхней части ребра, то они иногда соединяются со стержнями нижней арматуры подвѣсками изъ круглаго желѣза по чертежу 3 таб. 160.

Система „Züblin". Потолокъ по системѣ „Züblin" устраивается изъ параллельныхъ главныхъ балокъ, которыя второстепенными пересѣкаются подъ прямымъ угломъ. Такимъ образомъ образуются прямоугольныя клѣтки, оказывающія пустоты, заполненныя шлаковымъ бетономъ (Таб. 160, черт. 3 до 5). Въ показанномъ примѣрѣ разстояніе между главными балками составляетъ 6,33 m; онѣ поддержаны восьмиугольными желѣзо-бетонными столбами. Разстояніе второстепенныхъ балокъ другъ отъ друга составляетъ приблизительно 1,2 и 1,3 m, а толщина потолка — 25 cm.

Система „Möller". При системѣ „Möller" плиты устраиваются по виду системы „Koenen" (Voutenplatte), между тѣмъ какъ усиливающія ребра ограничиваются снизу полосовымъ желѣзомъ, изогнутымъ по пораболѣ или по дугѣ круга (Таб. 159, черт. 29 и 30). Для передачи растягивающихъ напряженій въ полосовомъ желѣзѣ на бетонную плиту служатъ маленькіе отрѣзки углового желѣза, приклепанные съ обѣихъ сторонъ къ концамъ полосового желѣза надъ опорами. Такимъ образомъ уничтожается горизонтальный распоръ и получаются одни лишь вертикальныя давленія.

Число и длина этихъ отрѣзковъ должны быть разсчитаны такъ, чтобы полки углового желѣза могли передавать растягивающее усиліе полосового желѣза на бетонъ, не раздробляя при этомъ его и не будучи изгибаемы.

Для усиленія сцѣпленія бетона съ желѣзомъ мѣстами приклепываются къ полосовому желѣзу въ серединѣ пролета еще маленькіе отрѣзки углового желѣза.

При большихъ пролетахъ и нагрузкахъ располагаютъ въ плитахъ еще арматуру изъ стержней двутавроваго или круглаго поперечнаго сѣченія или изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла. Эта арматура имѣетъ цѣлью, передавать сосредоточенную нагрузку на большее число реберъ.

Потолки по системѣ „Möller" могутъ быть устраиваемы до пролетовъ въ 15 m.

Система „Pohlmann" (Bulbeisen). Потолки по системѣ „Pohlmann" представляютъ видъ ребристыхъ плитъ, въ которыхъ арматура ребра состоитъ изъ особаго рельсообразнаго фасоннаго желѣза съ прорѣзными стѣнками (Таб. 160, черт. 6), между тѣмъ какъ плита оказываетъ употребительную форму арматуры (Таб. 160, черт. 7 и 8).

Круглые стержни и подвѣски арматуры по системѣ „Hennebique" въ настоящей системѣ замѣнены желѣзомъ „Bulb".

Связь между верхней сжатой бетонной частью плиты и желѣзомъ „Bulb“ обезпечивается петлями, просунутыми черезъ отверстія въ стѣнкѣ желѣза „Bulb“.

Желѣзо „Bulb“ укладывается и укрѣпляется въ стѣнѣ точно такъ, какъ и двутавровыя балки, въ сравненіи съ которыми они обладають выгодой меньшаго собственнаго вѣса.

Если по какимъ либо причинамъ требуется плоскій нижній видъ потолка изъ ребристыхъ плитъ, то можно помѣстить между ребрами пустотѣлые камни изъ обоженной глины. Смотря по формѣ пустотѣлыхъ камней различаютъ различныя системы, изъ которыхъ показываемъ систему „Züblin“ на чертежѣ 9 таб. 160.

Къ этой группѣ потолковъ можно причислять также таковые по системѣ „Zoellner“, изъ которыхъ одинъ примѣръ представленъ на чертежѣ 10 таб. 160.

Вкратцѣ замѣтимъ еще, что встрѣчается потолки разныхъ системъ, при которыхъ главныя части изготовляются прежде укладыванія.

Такимъ образомъ производство работъ значительно облегчается и издержки на устройство потолковъ, соотвѣтственно этому, уменьшаются; кромѣ того, они могутъ быть устраиваемы во всякое время года. Но только при очень тщательномъ изготовленіи отдѣльныхъ частей и производствѣ работы достигается надлежащая тѣсная связь ихъ.

Система „Visintini“. Потолокъ по системѣ „Visintini“ составляется изъ частей, устроенныхъ въ видѣ рѣшетчатой фермы и расположенныхъ вплоть другъ къ другу (Таб. 160, черт. 11).

Оба бетонныхъ пояса и раскосы, подвергающіеся растягивающимъ усиліямъ, снабжены арматурой изъ круглаго желѣза, между тѣмъ какъ сжатые раскосы состоятъ только изъ бетона.

Изогнутые стержни арматуры раскосовъ обхватываютъ въ узлахъ неразрѣзные стержни арматуры поясовъ.

Такія фермы устроены высотой отъ 15 до 40 cm и шириной въ 20 cm.

Разсчетъ напряженій въ отдѣльныхъ частяхъ фермы производится такимъ же образомъ, какъ при желѣзныхъ рѣшетчатыхъ фермахъ.

Въ показанномъ примѣрѣ потолокъ по настоящей системѣ поддерживается прогонами, подпертыми желѣзо-бетонными столбами.

Боковой стыкъ смежныхъ фермъ по системѣ „Visintini“ производится при помощи продольныхъ пазовъ у кромокъ верхнихъ поясовъ, имѣющихъ форму скороводня.

Въ эти пазы укладываютъ короткіе круглые стержни, а затѣмъ заливаютъ ихъ цементнымъ растворомъ. Такимъ образомъ препятствуется сдвиженію фермъ другъ относительно друга и одновременно образованію продольныхъ трещинъ въ потолкѣ.

Потолокъ по системѣ „Visintini“ обладаетъ всѣми преимуществами пустотѣлыхъ потолковъ, т.-е. дурной звуко- и теплопроводностью.

Фермы настоящей системы изготовляются на особыхъ фабрикахъ или въ особыхъ помѣщеніяхъ вблизи мѣста постройки.

β. *Подпоры.* Такъ какъ о расположеніи желѣзной арматуры въ желѣзо-бетонныхъ подпорахъ все нужное уже сказано было въ сюда относящейся статьѣ, то слѣдуетъ здѣсь сдѣлать только нѣсколько дополнительныхъ замѣчаній.

Извѣстно, что наиболѣе выгодную и употребительную форму желѣзной арматуры желѣзобетонныхъ подпоръ представляютъ вертикальные круглые стержни, соединенные между собою на разстояніи отъ 20 до 35 cm поперечными связами изъ проволоки толщиной въ 7 mm.

Величина поперечнаго сѣченія желѣзо-бетонныхъ подпоръ зависитъ, какъ и при подпорахъ изъ другого матеріала, отъ нагрузки и длины ихъ. Обыкновенно величина квадратнаго поперечнаго сѣченія желѣзо-бетонныхъ подпоръ колеблется между предѣлами $^{20}/_{20}$ и $^{50}/_{50}$ cm, но встрѣчаются также подпоры съ бóльшимъ поперечнымъ сѣченіемъ. Подпоры другой формы оказываютъ соотвѣтственные размѣры.

Поперечникъ клуглыхъ стержней принимается отъ 14 до 44 mm.

Разстояніе между поперечными связями по Mörsch'у должно быть принимаемо на 5 cm. меньше наименьшаго размѣра подпоры и во всякомъ случаѣ не больше 35 cm.

Проволочная поперечная связь располагается различнымъ образомъ. Обыкновенно соединяются между собою по два стержни одной связью (Таб. 160, черт. 12 a и b) или всѣ стержни обхватываются одной лишь безпрерывной проволокой (Таб. 160, черт. 13 a – c), концы которой обыкновенно связаны одинъ съ другимъ, хотя это бываетъ излишне.

Обыкновенно устраиваются желѣзо бетонныя подпоры въ фабричныхъ и подобныхъ помѣщеніяхъ

съ квадратнымъ, а иногда, при опредѣленной формѣ и родѣ нагрузки, также съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ съ скошенными кромками.

Кромки квадратныхъ и прямоугольныхъ подпоръ скашивается, потому что въ другомъ случаѣ онѣ легко могутъ отламываться. Чтобы предохранять подпоры отъ этого, располагаютъ также на углахъ уголки (Таб. 160, черт. 14).

Стержни арматуры желѣзо-бетонныхъ подпоръ упираются въ рѣшетку изъ полосового желѣза толщиной отъ 3 до 5 mm (Таб. 156, черт. 5 a и b), имѣющую цѣлью, распредѣлять давленіе, производимое подпорой, на бóльшую площадь бетона. Эта рѣшетка обыкновенно помѣщается въ особомъ цоколѣ, предназначенномъ для передачи давленія подпоры на бóльшую площадь собственнаго бетоннаго фундамента, соотвѣтствующую меньшему допускаемому напряженію послѣдняго.

Иногда рѣшетка изъ полосового желѣза замѣняется листомъ.

При желѣзо-бетонныхъ подпорахъ, проходящихъ черезъ нѣсколько этажей, вертикальные стержни арматуры въ мѣстѣ прохода образуютъ колѣно, если, соотвѣтственно меньшей нагрузкѣ, подпоры верхняго этажа обладаютъ меньшимъ поперечнымъ сѣченіемъ, чѣмъ подпоры нижняго этажа (Таб. 160, черт. 15 и 16).

У верхнихъ колѣнъ стержней располагаютъ поперечную связь и непосредственно надъ ней производится стыкъ стержней при помощи газовой трубки или проволочной обертки (Таб. 160, черт. 19).

Система „Considère“. Арматура подпоръ по системѣ „Considère“ состоитъ, какъ уже раньше сказано было, изъ тонкихъ вертикальныхъ стержней и спиральной обертки изъ проволоки (Таб. 156, черт. 12 a и b).

Высота хода спирали принимается, лучше всего, отъ $^1/_6$ до $^1/_7$ внутренняго поперечника подпоры, но встрѣчается также высота хода въ $^1/_{10}$ его.

Крѣпкая арматура изъ спиралей съ небольшой высотой хода требуетъ также крѣпкой арматуры изъ вертикальныхъ стержней, такъ какъ вслѣдствіе спиральной арматуры повышается сопротивленіе бетона сжатію и одновременно растетъ и опасность отъ бокового сдвиженія его промежъ вертикальныхъ стержней, если повышенное сопротивленіе его используется.

При тонкихъ спиралях съ большой высотой хода поперечникъ вертикальныхъ стержней можетъ быть принимаемъ меньшими.

Поперечное сѣченіе всѣхъ вертикальныхъ стержней можно принимать въ 0,8 до 1% бетоннаго поперечнаго сѣченія, при чемъ вѣсъ ихъ принимается не меньше $^1/_3$ вѣса спиральной арматуры.

Спирали изготовляются въ мастерской.

Подпоры по системѣ „Considère“ не могутъ быть устраиваемы пустотѣлыми.

Желѣзо-бетонныя подпоры всѣхъ системъ могутъ быть изготовляемы впередъ фабричнымъ способомъ и затѣмъ устанавливаются въ готовомъ состояніи въ мѣстѣ постройки, какъ чугунныя колонны. Въ виду измѣненія длины подпоръ при схватываніи бетона, этотъ способъ даетъ возможность болѣе надежнаго и тщательнаго производства работы.

Обыкновенно подпоры по системѣ „Considère“ возводятся частями длиной въ 1 m, какую длину даютъ также каждой изъ отдѣльныхъ прежде изготовленныхъ частей спиральной арматуры.

Послѣднія связываются проволокой съ неразрѣзными проходящими вертикальными стержнями, и затѣмъ окружаютъ арматуру формой также высотой въ 1 m, въ которой трамбуется бетонъ. На уже готовой части подпоры устанавливаютъ арматуру слѣдующей и поступаютъ дальше выше указаннымъ образомъ.

γ. *Лѣстницы.* Желѣзо-бетонныя лѣстницы отличаются отъ лѣстницъ изъ другихъ употребительныхъ матеріаловъ совершенной безопасностью въ случаѣ пожара и уже по этому важному преимуществу заслуживаютъ вниманія всѣхъ строителей.

Качества желѣзо-бетона доставляютъ возможность, устраивать изъ него лѣстницы не только употребительныхъ формъ, но также давать имъ всевозможныя сложныя формы.

Устройство желѣзо-бетонныхъ лѣстницъ въ настоящее время значительно облегчается тѣмъ, что ступени изготовляются на заводахъ. Онѣ могутъ замѣнить въ такомъ случаѣ ступени изъ другого каменнаго матеріала.

Въ случаѣ надобности предохраняютъ желѣзобетонныя ступени отъ износа, покрывая ихъ настиломъ изъ дубового дерева, плитъ изъ мрамора или гранита, линолеума и. т. п. Если ступени остаются безъ настила, то верхняя часть ихъ дѣлается изъ жирнаго цементнаго раствора, приго-

товленнаго изъ 1 части цемента и 1 до 2 частей мелкозернистаго песка. Крупнозернистый песокъ легче стирается.

Края ступеней округляются и если предполагается переноска по лѣстницѣ тяжелыхъ вещей, то края снабжаются уголками (Таб. 161, черт. 1).

Если не имѣется въ распоряженіи готовыхъ ступеней, то лѣстницы трамбуются на опалубкѣ послѣ возведенія стѣнъ клѣтокъ, въ которыхъ оставляются надлежащія углубленія для связи бетона съ кладкой стѣнъ.

Лѣстницы со своими маршами, ступенями, плитками и площадками представляютъ комбинацію балокъ и плитъ разнаго вида. Поэтому расположеніе арматуры во всѣхъ этихъ составныхъ частяхъ лѣстницъ обусловливаются тѣми же самыми обстоятельствами, какъ и расположеніе арматуры въ балкахъ и плитахъ. Объ этомъ уже сказано было въ сюда относящейся статьѣ (см. таб. 157, черт. 3—7), такъ что въ слѣдующемъ показанные примѣры будутъ понятны безъ подробнаго изъясненія.

Система „Monier". Подпертыя лѣстницы по системѣ „Monier" устраиваютъ, располагая подъ ступенями просто бетонныя плиты, упирающіяся въ двутавровыя балки площадки (Таб. 161, черт. 2). Площадка поддерживается въ показанномъ примѣрѣ сводчатой плитой.

Поддерживаніе ступеней можетъ производиться также плитами въ видѣ ползучаго свода (Таб. 161, черт. 3). Въ настоящемъ примѣрѣ площадка устроена при помощи плиты по системѣ „Koenen" (Voutenplatte).

Иногда плиты въ видѣ ползучаго свода замѣняются всходящими сводчатыми плитами, упирающимися въ стѣну и особую наклонную балку (Таб. 161, черт. 4).

Плита, поддерживающая ступени, можетъ также упираться однимъ концомъ въ наклонную балку, а другимъ она можетъ быть задѣлана въ стѣну (Таб. 161 черт. 5).,

Система „Hennebique". Лѣстницы по системѣ Hennebique устраиваются почти исключительно цѣликомъ изъ желѣзо-бетона.

На чертежѣ 6 таб. 161 показана висячая лѣстница по системѣ „Hennebique", при которой поддерживающая плита и ступени представляютъ одно цѣлое. Изъ чертежа видно расположеніе арматуры въ плитѣ и площадкѣ. Арматура ступеней, состоящая изъ полосъ листового желѣза толщиной въ 2 mm и двухъ горизонтальныхъ стержней (Таб. 161, черт. 7), значительно увеличиваетъ крѣпость ихъ.

На чертежахъ 8 и 9 таб. 161 представлена лѣстница съ тетивами изъ желѣзо-бетона, въ которыя упираются ступени съ поддерживающей наклонной плитой также изъ желѣзо-бетона.

Иногда встрѣчаются лѣстницы по системѣ „Hennebique", при которыхъ только наклонная плита и поддерживающая ее тетива устроены изъ желѣзо-бетона, между тѣмъ какъ уже готовыя ступени укладываются на плиту или онѣ на ней трамбуются изъ бетона (Таб. 161, черт. 10—12).

На чертежахъ 13 и 14 таб. 161 показана лѣстница съ закругленными тетивами. Плита, поддерживающая ступени, одной стороной упирается въ тетиву, а другой задѣлана въ стѣну. Изогнутые стержни арматуры тетивъ продолжены на 2 m въ потолокъ, чѣмъ получается надежная связь лѣстницы съ потолками этажей.

Употребленіе готовыхъ желѣзо-бетонныхъ ступеней оправдывается только тогда, когда ступени упираются концами въ тетивы или косоуры, или если онѣ задѣланы въ стѣну, такъ-что онѣ подвергаются изгибающимъ усиліямъ. Въ другомъ случаѣ, если ступени поддержаны по всей своей длинѣ, то онѣ, изготовляются просто изъ бетона безъ желѣзной арматуры или трамбуются въ мѣстѣ постройки.

На чертежахъ 20 и 21 таб. 160 представлена ступень, задѣланная обоими концами въ стѣну.

Желѣзная арматура состоитъ при большой длинѣ ступеней изъ двухъ или большаго числа круглыхъ стержней поперечникомъ въ 5 до 10 mm.

При небольшой длинѣ и нагрузкѣ ступеней арматура совершенно пропускается. Глубина задѣлки ступеней въ стѣну составляетъ не меньше 15 cm.

При висячихъ лѣстницахъ ступени однимъ концомъ задѣланы въ стѣну, а другой остается безъ поддержки. Кромѣ того, каждая ступень упирается нижнимъ переднимъ краемъ въ ниже слѣдующую. Такія ступени разсматриваются какъ консольныя балки и, въ виду этого, должны быть снабжены въ своей верхней части арматурой (Таб. 160, черт. 17 и 18).

При относительно небольшихъ допускаемыхъ сжимающихъ напряженіяхъ бетона (30 kg/cm) необходимо, располагать въ ступеняхъ треугольной

формы желѣзные стержни также въ нижней сжатой части ихъ. Эти стержни предназначены, воспринимать часть сжимающихъ напряженій (Таб. 161, черт. 15а и 6).

При прямоугольномъ поперечномъ сѣченіи ступеней усиленіе сопротивленія бетона сжатію оказывается излишнимъ.

д. Стѣны. **1. Наружныя стѣны.** Наружнымъ стѣнамъ отапливаемыхъ зданій въ странахъ съ суровымъ климатомъ, для сохраненія надлежащей температуры въ нихъ, обыкновенно приходится давать бóльшую толщину, чѣмъ она требуется условіями устойчивости. Такъ какъ уже тонкія желѣзобетонныя стѣны обладаютъ значительнымъ сопротивленіемъ дѣйствующимъ силамъ, то возведеніе сплошныхъ толстыхъ стѣнъ изъ упомянутаго матеріала въ экономическомъ и статическомъ отношеніяхъ не оправдывается.

Въ странахъ съ теплымъ климатомъ качество теплопроводности стѣнъ не принимается во вниманіе и толщина ихъ опредѣляется исключительно въ зависимости отъ условій устойчивости.

Неудобства употребленія желѣзо-бетона для устройства наружныхъ стѣнъ заключается еще въ томъ, что нельзя забивать гвозди въ нихъ безъ подготовительныхъ мѣръ.

Кромѣ того, при опредѣленныхъ обстоятельствахъ, наружныя стѣны изъ желѣзо-бетона способствуютъ увеличенію влажности воздуха въ ограждающихъ ими помѣщеніяхъ.

Во избѣжаніе выше приведенныхъ неудобствъ можно устраивать наружныя желѣзо-бетонныя стѣны двуслойными съ воздушной прослойкой. Иногда промежутокъ между обѣими стѣнками заполняется матеріаломъ, дурно проводящимъ теплоту.

Для уменьшнія теплопроводности стѣны облицовываются также пробковыми кирпичами или плитами.

При неотапливаемыхъ зданіяхъ, какъ-то: при заводахъ, фабрикахъ, амбарахъ и др., при опредѣленіи толщины наружныхъ стѣнъ, слѣдуетъ принимать во вниманіе только устойчивость ихъ.

Такъ-какъ нагрузка стѣнъ обыкновенно не особенно велика, а, напротивъ того, сопротивленіе желѣзо-бетона очень значительно, то рекомендуется, устраивать изъ этого матеріала отдѣльные столбы, расположенные на надлежащимъ разстояніи другъ отъ друга и предназначенные, воспринимать сосредоточенную нагрузку поддерживающихъ прогонъ и стропильныхъ фермъ.

Промежутокъ между столбами можно заполнить шлаковымъ или пемзовымъ бетономъ, готовыми цементными плитами, стѣнками по системѣ „Rabitz", „Monier", изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла, тонкими кирпичными стѣнками и т. п.

Въ мѣстѣ перехода отъ одного этажа въ другой, отдѣльные столбы связываются между собою горизонтальной балкой, которая должна воспринимать нагрузку стѣны, находящейся надъ ней.

Остовъ наружныхъ стѣнъ изъ желѣзо-бетона облицовывается кирпичной кладкой или оставляется безъ облицовки (Таб. 162, черт. 1).

Для заводскихъ и фабричныхъ зданій, требующихъ сильнаго освѣщенія и, поэтому, оконъ большихъ размѣровъ, показанный въ предыдущемъ видъ стѣны представляетъ значительныя выгоды.

На чертежѣ 2 таб. 162 показана стѣна заводскаго зданія съ большими оконными отверстіями. При этой стѣнѣ устроено изъ кирпичной кладки одно лишь подоконье, а иногда также цоколь и тонкій столбъ, расположенный въ серединѣ клѣтокъ, образуемыхъ главными желѣзо-бетонными столбами.

Желѣзо-бетонныя стѣны устраиваются по различнымъ системамъ.

Система „Monier". Какъ уже извѣстно, арматура стѣнъ по системѣ „Monier" состоитъ изъ горизонтальныхъ стержней сопротивленія и вертикальныхъ стержней распредѣленія, перекрещивающихся подъ прямымъ угломъ. Въ мѣстѣ перекрещенія стержни обѣихъ группъ связываются проволокой.

При небольшой и вертикальной нагрузкѣ стѣны оказывается достаточной одна лишь арматура въ серединѣ стѣны (Таб. 162, черт. 3 и 5), но если стѣна должна сопротивляться также боковымъ усиліямъ, то располагаются двѣ арматуры по возможности ближе къ поверхностямъ стѣны (Таб. 162, черт. 4).

Если такія стѣны примыкаютъ къ кирпичнымъ столбамъ или стѣнамъ, то располагаютъ горизонтальные стержни на такомъ разстояніи другъ отъ друга, чтобы они могли вдаваться въ швы кладки приблизительно на 10 cm. Такимъ образомъ получается крѣпкая связь желѣзо-бетонной стѣны съ кирпичной кладкой.

Если стѣны или столбы устроены изъ бутового камня или, по какой либо другой причинѣ, нельзя привести горизонтальные стержни въ положеніе, соотвѣтствующее положенію швовъ въ кладкѣ, то къ послѣдней при помощи скобъ прикрѣпляется вертикальный желѣзный стержень, съ которымъ связываются концы горизонтальныхъ стержней арматуры проволокой.

Вертикальный стержень обыкновенно помѣщается въ фальцѣ или пазѣ въ кладкѣ.

Круглые стержни арматуры получаютъ поперечникъ отъ 6 до 10 mm и обыкновенно располагаются на разстояніи 7 до 10 cm другъ отъ друга. Черезъ каждые 10 стержней сопротивленія обыкновенной толщины располагается одинъ стержень большей толщины.

При вертикальныхъ стержняхъ въ надлежащемъ разстояніи дѣлается то же самое.

Если желѣзо-бетонныя стѣны не ограничены кирпичными столбами, стѣнами и др., въ которыя горизонтальные стержни арматуры могли бы задѣлываться, то на углахъ ихъ и въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онѣ ограничены отверстіями и гдѣ примыкаютъ къ нимъ перегородки, помѣщаются крѣпкія желѣзныя стойки, къ которымъ прикрѣпляются горизонтальные стержни арматуры стѣны.

Наименьшая толщина стѣнъ по системѣ „Monier“ составляетъ безъ штукатурки 3 cm, а съ штукатуркой съ обѣихъ сторонъ 5 cm.

Если стѣны устроены двойными, то толщина наружной стѣны принимается въ 5 до 6 cm, а внутренней отъ 3 до 4 cm, при чемъ разстояніе между обѣими составляетъ отъ 10 до 15 cm.

Въ оконныя и дверныя отверстія вставляются деревянныя рамы, въ которыя впускаются концы стержней арматуры. Деревянныя оконныя и дверныя рамы иногда замѣняются таковыми изъ корытнаго желѣза.

Чаще всего встрѣчается примѣненіе системы „Monier“ при стѣнахъ, устроенныхъ въ видѣ фахверковыхъ стѣнъ, при чемъ остовъ можетъ состоять изъ дерева или желѣза.

Деревянныя или желѣзныя стойки остова размѣщаются на разстояніи въ 1 до 1,5 m другъ отъ друга. Клѣтки остова заполняются уже прежде изготовленными плитами по системѣ „Monier“. Эти плиты имѣютъ толщину приблизительно въ 4 cm и снабжены у краевъ полуцилиндрическимъ пазомъ; онѣ привѣшиваются къ горизонтальнымъ частямъ остова при помощи выступающихъ изъ бетона концовъ вертикальныхъ стержней, а затѣмъ вкладываютъ въ пазъ круглые стержни и замазываютъ швы цементнымъ растворомъ.

Система „Wayss“. Если желѣзо-бетонныя стѣны упираются въ отдѣльные столбы или если балка, поддерживающая стѣну, не можетъ выдерживать нагрузку ея, то горизонтальнымъ стержнямъ сопротивленія арматуры даютъ стрѣлку въ $1/8$ ихъ длины. Такимъ образомъ нагрузка передается на опредѣленныя части зданія, обладающія надлежащимъ сопротивленіемъ.

Система „Hennebique“. При стѣнахъ по системѣ „Hennebique“ арматура состоитъ изъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ круглыхъ стержней. Горизонтальные стержни находятся въ серединѣ стѣны, между тѣмъ какъ вертикальные расположены попеременно у одной и другой поверхности ея. Кромѣ того, вертикальные стержни еще связаны съ бетономъ извѣстными подвѣсками изъ полосового желѣза (Таб. 162 черт 6 a—c).

Система „Hennebique“ рекомендуется особенно для устройства сильно нагруженныхъ стѣнъ. Толщина стѣны и размѣры арматуры опредѣляются въ зависимости отъ нагрузки.

Стѣны устраиваются толщиной отъ 5 до 15 cm. При большихъ нагрузкахъ толщина ихъ не измѣняется, но за то стержни арматуры располагаются ближе другъ къ другу.

Горизонтальные стержни подъ широкими отверстіями дѣлаются толще и снабжаются подвѣсками изъ полосового желѣза.

Стѣны изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла. Стѣны изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла устраиваются при помощи остова, въ видѣ фахверковыхъ стѣнъ, изъ дерева или желѣза. При этомъ стѣны могутъ быть простыя или двойныя, сплошныя или пустотѣлыя.

Цѣльно-рѣшетчатый металлъ, употребляемый для устройства стѣнъ, имѣетъ петли отъ 6 до 10 mm и изготовляется листами шириной въ 0,82 m и длиной въ 2,4 m.

Обыкновенно для стѣнъ упомянутой системы употребляется известковый или гипсовый растворъ, между тѣмъ какъ цементный растворъ находитъ примѣненіе для устройства ихъ только въ особыхъ случаяхъ.

Сплошныя стѣны. При сплошныхъ наружныхъ стѣнахъ между верхней и нижней обвяз-

ками остова располагаются на разстоянiи отъ 30 до 80 cm другъ отъ друга круглые желѣзные стержни поперечникомъ въ 6 mm, прикрѣпленные къ деревяннымъ обвязкамъ при помощи щурупъ и круючкообразныхъ гвоздей. Вдоль стержней укладываются листы цѣльно-рѣшетчатаго металла и привязываются къ нимъ проволокой. Листы цѣльно-рѣшетчатаго металла укладываются такъ, что они переплетаютъ вертикальные стержни (Таб. 162, черт. 7).

Толщина такихъ стѣнъ дѣлается отъ 4 до 5 cm. Если остовъ стѣны состоитъ изъ желѣза, то прикрѣпленiе выше упомянутыхъ вертикальныхъ стержней къ обвязкамъ производится посредствомъ желѣзныхъ скобъ (Таб. 162, черт. 8).

Пустотѣлыя стѣны. Пустотѣлыя стѣны изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла также устраиваются помощью деревяннаго или желѣзнаго остова.

При деревянномъ остовѣ съ наружной стороны пригвазживаются къ стойкамъ его пояса, къ которымъ на разстоянiи другъ отъ друга въ 30 cm прикрѣпляются вертикальные желѣзные стержни. Къ этимъ стержнямъ привязываютъ листы цѣльно-рѣшетчатаго металла наружной части пустотѣлой стѣны и обмазываютъ ихъ цементнымъ растворомъ.

Цѣльно-рѣшетчатый металлъ внутренней части пустотѣлой стѣны прикрѣпляется прямо къ стойкамъ остова и снабжается штукатуркой изъ гипсоваго раствора.

Деревянный остовъ при этомъ способѣ устройства стѣны можетъ остаться виднымъ съ наружной стороны или можетъ быть совершенно закрытъ.

При желѣзномъ остовѣ стѣны стойки, предназначенныя для поддерживанiя листовъ цѣльно-рѣшетчатаго металла и размѣщенныя на разстоянiи отъ 30 до 40 cm другъ отъ друга, составляются изъ двухъ уголковъ (Таб. 162, черт. 9), удерживаемыхъ на неизмѣнномъ взаимномъ разстоянiи отрѣзками полосового желѣза. Эти стойки прикрѣпляются къ обвязкамъ желѣзнаго остова посредствомъ уголковъ, приклепанныхъ къ концамъ стоекъ (Таб. 162, черт. 10 a и b и 11 a и b) или при помощи скобъ, огибающихъ пояса двутавровыхъ обвязокъ.

Прикрѣпленiе цѣльно-рѣшетчатаго металла къ стойкамъ изъ уголковъ производится посредствомъ небольшихъ связей, концы которыхъ загибаются на петли цѣльно-рѣшетчатаго металла.

Штукатурка слоемъ толщиной въ 1 cm наносится только съ одной стороны цѣльно-рѣшетчатаго металла. Цѣлая толщина такихъ стѣнъ составляетъ 12,5 cm.

Имѣется еще другой способъ устройства пустотѣлыхъ стѣнъ изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла при желѣзномъ остовѣ.

Этотъ способъ заключается въ томъ, что цѣльно-рѣшетчатый металлъ прикрѣпляется къ вертикальнымъ круглымъ стержнямъ, присоединеннымъ къ двутавровымъ обвязкамъ остова (Таб. 162, черт. 12—14).

2) **Внутреннiя стѣны.** Устройство внутреннихъ стѣнъ изъ желѣзо-бетона по различнымъ системамъ не различается отъ устройства наружныхъ стѣнъ.

Если внутреннiя стѣны устраиваются при помощи остова, то обвязки послѣдняго обыкновенно образуются потолочными балками.

Если не нуждается въ особой крѣпости, тогда штукатурка не состоитъ изъ цементнаго раствора, но изъ другого матерiала. Этимъ достигается еще та выгода, что забивка гвоздей въ стѣну возможна будетъ.

Здѣсь упоминается еще о системѣ „Rabitz", которая очень рѣдко примѣняется для устройства наружныхъ стѣнъ.

Система „Rabitz". Арматура по системѣ „Rabitz" состоитъ изъ проволочной сѣтки изъ гальванизированной желѣзной проволоки толщиною отъ 1 до 1,1 mm. Длина стороны клѣтокъ сѣтки составляетъ 70 mm.

Надлежащее сопротивленiе сѣтки достигается сильнымъ натяженiемъ ея внутри рамы изъ двухъ склепанныхъ между собой уголковъ, полками которыхъ зажимаются края сѣтки. Обыкновенно сѣтка у краевъ еще усиливается желѣзнымъ стержнемъ толщиной въ 1 cm.

При стѣнахъ большей длины, для усиленiя жесткости рамы, располагаются на надлежащемъ разстоянiи другъ отъ друга вертикальные круглые стержни или пары небольшихъ уголковъ и иногда также дiагональные стержни.

Арматура помѣщается въ серединѣ стѣны по оси ея.

Растворъ, употребляемый для устройства стѣнокъ по системѣ „Rabitz", обыкновенно состоитъ изъ извести, гипса и клеевой воды.

Толщина простыхъ стѣнокъ составляетъ 5 cm. При двойныхъ стѣнкахъ толщина каждой стѣнки дѣлается въ 3 cm, а разстояніе одной съ другой въ 5 cm.

Отверстія, которыя приходится заполнить перегородками по системѣ „Rabitz", обыкновенно обдѣлываются деревянной рамой, оказывающей пазы треугольной или полукруглой формы, въ которые укладывается круглый стержень поперечникомъ отъ 8 во 10 mm, къ которому прикрѣпляется стѣнка.

Если обдѣлка отверстія состоитъ изъ желѣзной рамы, то прикрѣпленіе стѣнки къ ней производится при помощи приклепанныхъ къ рамѣ крючковъ.

Къ каменной кладкѣ сѣтка прикрѣпляется посредствомъ деревянныхъ брусковъ съ поперечнымъ сѣченіемъ въ видѣ сковородня, задѣланныхъ въ стѣну.

ε. *Крыши.* Бетонъ, подвергающійся болѣе продолжительное время вліяніямъ перемѣнъ въ атмосферѣ, получаетъ трещины. Въ виду этого наружная поверхность скатовъ крышъ изъ желѣзо-бетона должна быть предохранена отъ разрушительнаго дѣйствія погоды. Это дѣлается покрытіемъ ея кровельнымъ матеріаломъ разнаго рода, какъ-то: черепицей на брускахъ, задѣланныхъ въ бетонъ, аспидными плитами, пригвозденными къ досчатой обшивкѣ, которая прикрѣпляется къ брускамъ, задѣланнымъ въ бетонъ, асфальтовымъ толемъ или войлокомъ или руберуиднымъ толемъ, древеснымъ цементомъ и т. п.

Листовое желѣзо и листовой цинкъ безъ изолирующей прослойки для покрытія желѣзо-бетонныхъ крышъ не рекомендуются.

Только при крутыхъ крышахъ иногда довольствуются обмазкой поверхности скатовъ ихъ слоемъ жирнаго водонепроницаемаго цементнаго раствора.

Такъ-какъ скаты крышъ изъ желѣзо-бетона состоятъ изъ тонкихъ плитъ, то нельзя зимой сохранять въ помѣщеніяхъ, перекрытыхъ ими, равномѣрную температуру и, кромѣ того, водяной паръ воздуха сгущается у нижней поверхности плитъ.

Во избѣжаніе этихъ неудобствъ слѣдуетъ укладывать на желѣзо-бетонныя плиты изолирующіе слои.

Хорошее изолирующее средство представляютъ пробковыя плиты толщиной отъ 3 до 4 cm, уложенныя непосредственно на бетонъ и покрытыя водонепроницаемымъ слоемъ черепицъ или асфальтоваго толя.

Для изолированія находитъ еще примѣненіе слой шлаковаго бетона толщиной отъ 6 до 8 cm, который покрывается слоемъ асфальтоваго толя.

Уже выше названные кровельные матеріалы, за исключеніемъ древесно-цементной кровли, менѣе хорошо предохраняютъ внутреннія помѣщенія отъ охлажденія.

Древесно-цементная кровля, которая уже извѣстна изъ прежняго, представляетъ отличное изолирующее средство.

1) **Плоскія крыши.** Плоскія крыши состоятъ изъ простыхъ плитъ разныхъ системъ, которыя, въ случаѣ надобности, усиливаются ребрами или балками.

Устройство такихъ крышъ ни въ чемъ не различается отъ устройства потолковъ.

2) **Плитовыя крыши.** Плитовыя крыши устраиваются при помощи желѣзныхъ фермъ. Плиты укладываются на прогоны, состоящіе почти всегда изъ желѣза и рѣдко изъ дерева. Плиты устраиваются по разнымъ системамъ, находящимъ примѣненіе также для устройства потолковъ.

Плиты получаютъ толщину отъ 4 до 5 cm и трамбуются на опалубкѣ.

При большихъ размѣрахъ скатовъ крыши рекомендуется, располагать на разстояніи отъ 8 до 10 m другъ отъ друга швы расширенія толщиной въ 1 cm, которые заполняются асфальтомъ.

Если употребляются въ дѣло уже прежде изготовленныя плиты, то обходятся безъ опалубки и покрытіе крыши можетъ производиться во всякое время года. Въ такомъ случаѣ плиты доходятъ отъ прогона до прогона.

На чертежахъ 15—17 таб. 162 и на чертежахъ 1—4 таб. 163 показаны различныя детали плитовыхъ крышъ, которыя будутъ понятны безъ дальнѣйшаго изъясненія.

3) **Крыши изъ ребристыхъ плитъ по системѣ „Hennebique".** Крыши по системѣ „Hennebique" устраиваются произвольной формы и наклона.

На чертежахъ 5—6 таб. 163 представлены планъ и внутренній видъ четырехскатной крыши съ фонаремъ надъ конькомъ. Этотъ примѣръ показываетъ типическое расположеніе реберъ, которое подобнымъ образомъ повторяется при всѣхъ формахъ крышъ по системѣ „Hennebique".

Крыша составляется изъ наклонныхъ реберъ a, представляющихъ стропила, изъ горизонтальныхъ

реберъ b, представляющихъ прогоны, и изъ плиты, образующихъ перекрытіе помѣщенія. Стропила поддержаны подпорами изъ желѣзо-бетона.

На чертежахъ 7—9 таб. 163 показаны разрѣзы черезъ различныя части крыши, изъ которыхъ можно узнавать положеніе арматуры въ нихъ.

Hennebique рекомендуетъ, располагать арматуру въ плитахъ по обоимъ направленіямъ, такъ какъ этимъ успѣшно препятствуется образованію трещинъ въ нихъ; далѣе онъ совѣтуетъ, располагать черезъ каждые 15 до 20 m швы расширенія и помѣстить арматуру также въ сжатой части реберъ.

На чертежахъ 10—11 таб. 163 показаны два типа зубчатыхъ крышъ.

Такія зубчатыя крыши менѣе рекомендуются, чѣмъ плоскія съ фонарями. Послѣднія располагаются параллельно къ главнымъ поддерживающимъ прогонамъ и упираются въ желѣзо-бетонныя балки высотой приблизительно въ 30 cm, а, лучше всего, на желѣзную раму, прикрѣпленную къ бетону (Таб. 163, черт. 12 и 13).

На чертежѣ 14 таб. 163 представлена мансардовая крыша съ арматурой отдѣльныхъ частей.

Устраиваютъ еще крыши по системѣ „Visintini“ и таковыя совершенно по виду обыкновенныхъ желѣзныхъ крышъ со стропильными фермами разныхъ системъ. Но расходы на устройство послѣднихъ бываютъ очень значительны и вполнѣ выравниваютъ сбереженіе матеріала противъ другихъ системъ.

4) **Сводчатыя крыши. Система „Monier“.** Сводчатыя крыши по системѣ „Monier“ устраиваются такимъ же образомъ, какъ таковыя изъ балочнаго волнистаго желѣза.

На стѣнѣ, въ которыя упираются кривыя плиты по системѣ „Monier“, укладываются лежни изъ фасоннаго желѣза, скрѣпленные со стѣной желѣзными якорями. Для уничтоженія горизонтальнаго распора связываются эти лежни между собою затяжками изъ круглаго желѣза, расположенными на надлежащемъ разстояніи другъ отъ друга. Для предохраненія отъ прогиба вслѣдствіе собственнаго вѣса, затяжки подвѣшиваются при помощи подвѣсныхъ болтовъ къ сводчатымъ плитамъ (Таб. 164, черт. 1).

При небольшихъ пролетахъ оказывается достаточной одна лишь арматура въ серединѣ плитъ (Таб. 163, черт. 15) или, смотря по роду усилій въ разсматриваемомъ мѣстѣ, у верхней или нижней поверхности сводчатыхъ плитъ.

При большихъ пролетахъ рекомендуется двойная арматура у верхней и нижней поверхностей плитъ и увеличеніе толщины послѣднихъ къ опорамъ (Таб. 164, черт. 2).

Стрѣлка сводчатыхъ крышъ принимается отъ $^1/_6$ до $^1/_8$ пролета.

Сводчатыя крыши покрываются асфальтомъ, асфальтовымъ толемъ и т. п.

Вмѣсто плитъ по системѣ „Monier“ употребляются также таковыя изъ цѣльно-рѣшетчатаго металла (Таб. 164, черт. 3) или по системѣ „Habrich“ (Таб. 164, черт. 4).

При большихъ пролетахъ крышъ получаются для опорныхъ лежней очень тяжелыя профили. Въ виду этого рекомендуется, составить затяжки изъ двухъ уголковъ, которые вблизи опоръ вилкообразно разгибаются подъ угломъ въ 45° (Таб. 164, черт. 5 и 6). Такимъ образомъ свободная длина лежней уменьшается приблизительно на одну треть разстоянія между затяжками и, вслѣдствіе этого, можно давать имъ меньшую профиль.

Если употребляются лежни меньшей профили безъ разгиба затяжекъ, то послѣднія должны быть расположены на такомъ близкомъ разстояніи другъ отъ друга, что отъ этого происходитъ гораздо болѣе значительный расходъ матеріала.

Если при покрытіи заводскихъ и подобныхъ помѣщеній сводчатой крышой требуется освѣщеніе сверху, то въ средней или боковыхъ частяхъ крыши дѣлаютъ вырѣзы, обдѣлываемые желѣзной рамой, надъ которой устраивается фонарь.

Преимущества сводчатыхъ крышъ по системѣ „Monier“ заключаются въ небольшомъ собственномъ вѣсѣ, въ отсутствіи надобности увеличить толщину опорныхъ стѣнъ и въ возможности скораго производства работы. Но онѣ оказываютъ тотъ недостатокъ, что затяжки и подвѣсные болты не защиты отъ дѣйствія огня со всѣми его вредными послѣдствіями.

На чертежахъ 7 и 8 таб. 164 представлена сводчатая крыша, упирающая въ прогоны изъ желѣзо-бетона, которые подперты столбами изъ такого же матеріала. При этой крышѣ затяжка и подвѣсные болты окружены оболочкой изъ цементнаго раствора, такъ-что не слѣдуетъ опасаться выше упомянутыхъ недостатковъ.

Этой цѣли также достигаютъ, устраивая подъ сводчатой крышей тонкій потолокъ, подвѣшиваемый подвѣсными болтами къ крышѣ (Таб. 164, черт. 9). Такимъ образомъ одновременно получается хорошее изолированіе перекрытыхъ помѣщеній.

Сводчатыя крыши по системѣ „Monier" устроены до пролетовъ въ 20 m.

ζ. *Основанія.* При основаніяхъ желѣзо-бетонъ употребляется для устройства промежуточныхъ плитъ между подошвой фундамента и грунтомъ, предназначенныхъ для передачи нагрузки на бóльшую площадь послѣдняго, для устройства обратныхъ арокъ и сводовъ, отдѣльныхъ фундаментныхъ столбовъ и опускныхъ колодцевъ.

Сваи для свайныхъ ростверковъ также изготовляются изъ желѣзо-бетона. Хотя употребленіе желѣзо бетонныхъ свай обходится очень дорого, то не смотря на это, оно рекомендуется при основаніяхъ важныхъ построекъ въ такомъ случаѣ, если грунтовыя воды оказываютъ непостоянный уровень, при которомъ дерево очень легко загниваетъ.

Здѣсь должно быть разсматриваемо только устройство фундаментныхъ плитъ и обратныхъ арокъ и сводовъ.

1. **Фундаментныя плиты.** Система „Monier". Фундаментныя плиты изъ желѣзо-бетона, противъ таковыхъ изъ обыкновеннаго каменнаго матеріала и бетона безъ желѣзной арматуры, доставляютъ ту выгоду, что онѣ могутъ сопротивлятьтя также изгибающимъ усиліямъ и, поэтому, могутъ быть устроены гораздо меньшей толщины при довольно значительной ширинѣ ихъ.

Фундаментная плита обладаетъ арматурой по виду арматуры консольныхъ или неразрѣзныхъ плитъ, смотря по тому, находится ли надъ ней одна лишь стѣна или нѣсколько стѣнъ.

Стержни сопротивленія арматуры фундаментныхъ плитъ по системѣ „Monier" расположены перпендикулярно къ продольной оси стѣны, а стержни распредѣленія параллельно къ ней.

На углахъ стержни распредѣленія фундаментныхъ плитъ обѣихъ другъ къ другу примыкающихъ стѣнъ перекрещиваются и связываются проволокой. То же самое дѣлается въ мѣстѣ примыканія внутреннихъ стѣнъ къ наружнымъ. Такимъ образомъ обезпечивается непрерывность фундамента.

Если при фундаментныхъ плитахъ по системѣ „Monier" по разсчету получаются слишкомъ большія поперечныя сѣченія стержней или слишкомъ близкое разстояніе между ними, то приходится предпочитать двѣ арматуры, расположенныя на нѣкоторомъ разстояніи одна надъ другой.

Подъ дверными отверстіями у верхней поверхности фундаментныхъ плитъ должны расположены продольные стержни сопротивленія, такъ-какъ подъ отверстіями плита представляетъ балку, на которую вертикальныя силы снизу дѣйствуютъ.

При значительной нагрузкѣ рекомендуется расположеніе арматуры также въ сжатой части фундаментныхъ плитъ (Таб. 164, черт. 10).

Если возводимое зданіе непосредственно примыкаетъ къ другому, то фундаментныя плиты не могутъ выступать за наружный край фундаментныхъ стѣнъ и, поэтому, равномѣрное распредѣленіе давленія на грунтъ при помощи фундаментныхъ плитъ невозможно. Въ такомъ случаѣ и также при возможномъ равномѣрномъ распредѣленіи нагрузки рекомендуется, на плохомъ грунтѣ устраивать проходящую сплошную фундаментную плиту подъ цѣлымъ зданіемъ.

Желѣзная арматура такой плиты помѣщается въ верхней части ея, но подъ стѣнами также въ нижней части, потому что плита подъ стѣнами разсматривается задѣланной (черт. 21, таб. 164).

Фундаментныя плиты по системѣ „Monier" устраиваются также подъ столбами. При такихъ плитахъ всѣ перекрещивающіеся стержни представляютъ стержни сопротивленія.

Иногда для усиленія арматуры располагаютъ еще стержни по діагональнымъ направленіямъ (Таб. 164, черт. 11).

Система „Hennebique". Фундаментныя плиты по системѣ „Hennebique" подъ столбами устраиваются точно такъ, какъ и плиты по системѣ „Monier". Разница между обѣими системами заключается только въ томъ, что арматура плитъ по системѣ „Hennebique" оказываетъ еще подвѣски, предназначенныя для воспринятія скалывающихъ напряженій (Таб. 164, черт. 12).

По системѣ „Hennebique" устраиваются также проходящіе лежачіе ростверки, составленные изъ главныхъ и второстепенныхъ балокъ и плитъ.

Въ статическомъ отношеніи рекомендуется расположеніе балокъ вверху плитъ (Таб. 164, черт. 13 и 14); но при расположеніи балокъ подъ плитами, послѣднія одновременно могутъ образовать полъ подвала, чѣмъ достигается сбереженіе мате-

ріала. Въ послѣднемъ случаѣ размѣры арматуры и бетонныхъ частей, при равномъ сопротивленіи матеріаловъ, должны сдѣлать бо́льшими.

На чертежахъ 15—18 таб. 164 представленъ ростверкъ съ главными и второстепенными балками, лежащими подъ плитой. На чертежахъ расположеніе арматуры ясно показано.

Вмѣсто арматуры изъ перекрестныхъ стержней для устройства фундаментныхъ плитъ можно употреблять также цѣльно-рѣшетчатый металлъ.

2. **Обратные своды.** Обратные своды, какъ уже извѣстно изъ прежняго, служатъ для распредѣленія нагрузки зданія или отдѣльныхъ частей его на бо́льшую площадь грунта или для сопротивленія напору грунтовыхъ водъ. Въ обоихъ случаяхъ употребленіе желѣзо-бетона вполнѣ оправдывается.

Обратные своды устраиваются обыкновенно цилиндрическаго вида (Таб. 164, черт. 19 и 20).

i. *Производство работъ.* α. Приготовленіе бетона*). Бетонъ приготовляется ручнымъ или машиннымъ способомъ.

Приготовленіе бетона ручнымъ способомъ производится на особой платформѣ длиной приблизительно въ 3 m и шириной въ 2 m. Для лучшаго скольженія лопатокъ, платформа иногда покрывается листовымъ желѣзомъ. Если такого покрытія нѣтъ, то платформа непремѣнно должна быть устроена съ плотными швами.

Песокъ и щебень, измѣренные тачкой или ящикомъ, высыпаются на платформу и перемѣшиваются. На эту смѣсь насыпается цементъ. Теперь четыре рабочихъ пересыпаютъ лопатами массу въ двѣ кучи и затѣмъ обратно въ одну кучу. Это еще разъ повторяется; но при вторичномъ пересыпаніи въ одну кучу постепенно изъ лейки прибавляется нужное количество воды.

Приготовленіемъ бетона машиннымъ способомъ получается болѣе однородная смѣсь и, поэтому, количество цемента можетъ быть принимаема нѣсколько меньшимъ. Кромѣ того, этотъ способъ приготовленія обладаетъ еще другими преимуществами; но въ виду значительныхъ расходовъ, которыхъ онъ требуетъ, примѣненіе его окупается только при постройкахъ особой важности.

Положеніе мѣста для приготовленія бетона зависитъ отъ мѣстныхъ условій; оно можетъ находиться непосредственно вблизи складочнаго мѣста для песка и щебня или непосредственно у мѣста употребленія бетона въ дѣло или между обоими мѣстами.

При ручномъ способѣ приготовленія бетона въ первомъ случаѣ песокъ и щебень прямо безъ переноски могутъ насыпаться на платформу, а во второмъ готовый бетонъ не требуетъ далекой переноски.

При приготовленіи бетона машиннымъ способомъ рекомендуется третье положеніе мѣста для установки машины.

β. *Подготовленіе частей желѣзной арматуры.* Работа подготовленія желѣзныхъ стержней арматуры состоитъ въ разрѣзываніи, подготовленіи концовъ и изгибаніи ихъ.

Разрѣзываніе стержней поперечникомъ до 7 mm производится посредствомъ ножницъ, а при поперечникахъ до 22 mm при помощи рычага, дѣйствующаго какъ ножницы (Таб. 165, черт. 1—3). При еще большей толщинѣ желѣзные стержни просто отрубаются зубиломъ.

Изгибаніе стержней поперечникомъ до 12 mm обыкновенно производится холоднымъ путемъ, между тѣмъ какъ стержни большей толщины передъ изгибаніемъ нагрѣваются. Изгибаніе стержней очень малаго поперечника, которымъ приходится давать только незначительную кривизну, иногда производится на самой опалубкѣ.

Для изгибанія тонкихъ стержней примѣняется также шаблонъ, состоящій изъ толстой доски съ забитыми въ надлежащихъ мѣстахъ шипами (Таб. 165, черт. 4). Стержни прикладываются къ шипамъ и загибаются произвольнымъ образомъ.

На чертежахъ 5 и 6 таб. 165 представлено приспособленіе для изгибанія толстыхъ стержней. На козлахъ лежатъ рельсы изъ корытнаго желѣза, которымъ можно давать произвольное разстояніе другъ отъ друга. На рельсахъ двигаются шины, которые при помощи зажимныхъ плитъ могутъ прикрѣпляться къ нимъ въ каждомъ опредѣленномъ мѣстѣ.

Для изгибанія стержней поперечникомъ больше 15 mm рекомендуется также винтовой прессъ (Таб. 165, черт. 7 и 8).

Круглые стержни арматуры въ желѣзо-бетонныхъ плитахъ и балкахъ, какъ извѣстно, всегда снабжаются съ крючкообразными концами. Иногда, хотя это невыгодно, даютъ концамъ стержней форму

*) См.: „Строительные матеріалы“.

раздвоеннаго лома. Послѣдняя форма получается при стержняхъ поперечникомъ больше 25 mm, лучше всего, обработкой ихъ въ горячемъ состояніи.

γ. *Устройство опалубки и формъ.* Желѣзо-бетонныя сооруженія устраиваются цѣликомъ въ мѣстѣ постройки или нѣкоторыя, а иногда также всѣ части ихъ впередъ изготовляются на особыхъ заводахъ или вблизи мѣста постройки. Такія части могутъ употребляться въ дѣло только послѣ надлежащаго отвердѣнія бетона, чтобы они могли выдерживать нагрузку не только собственнымъ вѣсомъ, но также подмостами, матеріалами и др., употребляемыми при окончательномъ соединеніи частей.

Если желѣзо-бетонныя плиты при потолкахъ представляютъ только междубалочное заполненіе, тогда оправдывается употребленіе ихъ въ готовомъ состояніи, такъ какъ этимъ подмосты требуютъ меньшихъ расходовъ и укладка плитъ можетъ производиться во всякое время года.

Желѣзо-бетонныя сооруженія монолитнаго вида, какъ таковыя по системѣ „Hennebique" и др. цѣликомъ устраиваются въ мѣстѣ постройки и только въ исключительныхъ случаяхъ, если это требуется особыми условіями, употребляется та или другая часть въ уже готовомъ состояніи.

Опалубка или формы, въ которыхъ трамбованіемъ бетона формуются части желѣзо-бетонныхъ сооруженій, должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ.

Опалубка должна обладать достаточной прочностью и жесткостью, чтобы она могла сопротивляться, безъ замѣтной деформаціи, вѣсу бетона и рабочихъ и сотрясеніямъ при трамбованіи бетона; кромѣ того, разборка и установка опалубки и формъ не должны требовать много работы.

Если въ сооруженіяхъ находится нѣсколько частей одинаковыхъ размѣровъ, тогда форма для нихъ должна быть устроена такъ, чтобы возможно было, употреблять ее нѣсколько разъ.

Поверхность соприкосновенія опалубки съ бетономъ должна быть по возможности глаже.

Поэтому деревянныя доски опалубки съ одной стороны обстругаются или онѣ покрываются слоемъ бумаги картона, полотна, джута, листового желѣза и т. п.

Если желѣзо-бетонныя сооруженія предназначены для покрытія штукатуркой, то обстружка досокъ излишна, такъ какъ неровная поверхность бетона еще способствуетъ хорошему сцѣпленію штукатурки къ нимъ.

Для того, чтобы бетонъ не приставалъ къ опалубкѣ, послѣдняя иногда окрашивается минеральнымъ масломъ или мыломъ.

Доски, употребляемыя для устройства опалубки, должны быть безъ свищей, или развѣ имѣющіеся передъ укладкой бетона должны покрываться полосами изъ асфальтоваго толя для того, чтобы бетонъ не вытекалъ.

При укладываніи бетона на опалубку, вслѣдствіе влажности его, доски ея могутъ разбухать.

Такъ какъ каждое измѣненіе опалубки во время твердѣнія бетона обнаруживаетъ вредное вліяніе на крѣпость его, то во избѣжаніе этого недостатка между досками опалубки оставляютъ швы надлежащей толщины и передъ укладкой бетона поливаютъ ее водой.

Иногда устраиваются опалубка и формы изъ желѣза.

Принимая во вниманіе очередь отдѣльныхъ работъ при устройствѣ желѣзо-бетонныхъ сооруженій и отклоненія, происходящія отъ измѣненія этой очереди для конструкціи опалубки, можно различать три способа ея.

I. Установка желѣзнаго остова, устройство опалубки и укладка бетона. При этомъ способѣ желѣзная арматура должна обладать опредѣленнымъ сопротивленіемъ. Обыкновенно соединяется нѣсколько частей арматуры между собою, которыя тогда образуютъ остовъ достаточнаго сопротивленія.

Въ такомъ случаѣ арматура желѣзо-бетонныхъ сооруженій должна состоять — по крайней мѣрѣ для балокъ и столбовъ — изъ фасоннаго желѣза.

Къ желѣзному остову прикрѣпляется опалубка.

Этотъ способъ устройства опалубки очень простъ и употребленіе отрѣзковъ фасоннаго желѣза, обыкновенно расположенныхъ на относительно далекомъ разстояніи другъ отъ друга, доставляетъ возможность удобнаго и тщательнаго трамбованія бетона. Кромѣ того, укладываніе арматуры изъ фасоннаго желѣза менѣе затруднительно, чѣмъ укладываніе таковой изъ круглыхъ стержней.

Важный недостатокъ употребленія фасоннаго желѣза заключается въ томъ, что центръ тяжести арматуры находится слишкомъ далеко отъ нижней

грани плиты или балки и, поэтому, сопротивленіе желѣза не въ достаточной мѣрѣ используется.

На чертежѣ 9 таб. 165 представлена опалубка по системѣ „Leschinski". Арматура желѣзо-бетонной плиты состоитъ частью изъ проходящихъ двутавровыхъ желѣзъ небольшой профили, частью изъ круглыхъ стержней. Къ двутавровымъ желѣзамъ подвѣшивается опалубка; но такъ-какъ онѣ однѣ не могутъ выдерживать нагрузку, то располагаются для поддерживанія ихъ деревянныя стойки и струны изъ круглаго или полосового желѣза. Между нижнимъ поясомъ двутавровыхъ желѣзъ и опалубкой располагается отрѣзокъ доски, чтобы между ними остался промежутокъ и желѣзныя балки были окружены со всѣхъ сторонъ бетономъ.

II. Устройство опалубки цѣликомъ или по частямъ и постепенная укладка желѣзной арматуры, соотвѣтственно укладкѣ бетона. При этомъ способѣ предполагается, что опалубка безъ помощи арматуры обладаетъ достаточнымъ сопротивленіемъ дѣйствующимъ силамъ.

Устройство опалубки по частямъ, которое предпочитается Hennebique'омъ доставляетъ возможность болѣе удобнаго помѣщенія желѣзной арматуры и укладыванія и трамбованія бетона; но за то этотъ способъ оказываетъ тотъ недостатокъ, что отъ частыхъ перерывовъ бетонной работы происходятъ горизонтальные швы, представляющіе мѣста меньшаго сопротивленія.

Поэтому многіе строители оставили этотъ способъ и цѣликомъ устраиваютъ опалубку.

Оба способа производства обладаютъ тѣмъ недостаткомъ, что у арматуры поперечныхъ связей нѣтъ, сохраняющихъ неизмѣнное положеніе арматуры при трамбованіи бетона.

Другіе недостатки настоящаго способа заключаются еще въ томъ, что укладываніе арматуры во время бетонированія очень неудобно и что плотничныя, желѣзныя и бетонныя работы нѣсколько разъ должны прекращаться, чѣмъ увеличиваются расходы на постройку.

III. Устройство опалубки и **укладка арматуры цѣликомъ и послѣдующее затѣмъ бетонированіе.** Этотъ способъ производства желѣзо-бетонныхъ работъ въ настоящее время преимущественно примѣняется и болѣе другихъ рекомендуется.

При этомъ способѣ предполагается, что стержни арматуры соединены поперечными связями, предохраняющими стержни отъ сдвиженія при трамбованіи бетона.

При высокихъ балкахъ и близкомъ разстояніи между стержнями арматуры препятствуется тщательному трамбованію бетона. Въ виду этого рекомендуется для такихъ случаевъ употребленіе болѣе жидкаго раствора и поэтому не слѣдуетъ обратить особое вниманіе на трамбованіе его. Обыкновенно при укладываніи нижнихъ слоевъ бетона нѣсколько подымается арматура, такъ что растворъ изъ бетона промежъ камешковъ въ немъ протекаетъ до опалубки.

Замѣчательныя выгоды настоящаго способа производства работъ заключается въ томъ, что повѣрка положенія арматуры удобно бываетъ возможна и работа бетонированія не прекращается.

1. **Опалубка плитъ между желѣзными балками.** Если плиты упираются въ верхніе пояса двутавровыхъ балокъ, то на нижніе пояса укладываются деревянные бруски, поддерживающіе доски опалубки (Таб. 165, черт. 10). Послѣднія дѣлаются толщиной въ $1\frac{1}{4}''$ или $1\frac{1}{2}''$. Для удобнаго раскружаливанія можно располагать клинья между нижнимъ поясомъ балки и брусками.

Если плиты упираются въ нижніе пояса двутавровыхъ балокъ, то доски опалубки поддерживаются деревянными балками или отрѣзками полосового желѣза, поставленныхъ на ребро.

На чертежахъ 11—14, таблица 165 показаны примѣры для перваго случая. Подъ желѣзными балками расположены параллельныя къ нимъ деревянныя балки, подвѣшенныя къ нижнимъ или верхнимъ поясамъ желѣзныхъ балокъ посредствомъ подвѣсокъ изъ круглаго или полосового желѣза. Деревянныя балки непосредственно поддерживаютъ доски опалубки (Таб. 165, черт. 11 и 13) или въ нихъ упираются еще другія балки, служащія для непосредственнаго поддерживанія опалубки (Таб. 165, черт. 12). Если желѣзныя балки цѣликомъ должны быть окружены бетономъ, то между нижними поясами ихъ и деревянными балками прокладывается брусокъ.

Если опалубка поддерживается отрѣзками полосового желѣза, то они также подвѣшиваются къ нижнимъ поясамъ балокъ при помощи желѣзныхъ подвѣсокъ (Таб. 165, черт. 15 и 16).

Подвѣски изъ полосового желѣза снабжены отверстіями, черезъ которое просовывается поддерживающій отрѣзокъ. Помошью клина сохраняется опредѣленное немзмѣнное положеніе ихъ.

На чертежахъ 17—19, таб. 165 представлено приспособленіе Stieper'a, замѣняющее клинья въ передыдущемъ примѣрѣ. Вслѣдствіе поднятія поддерживающаго полосового желѣза, вращается ниже лежащій отрѣзокъ, при чемъ верхній конецъ его прижимается къ первому и удерживаетъ его въ надлежащемъ положеніи.

На чертежахъ 20 и 21, таб. 165 показано приспособленіе для поддерживанія опалубки, при которомъ подвѣски имѣютъ видъ ножницъ, обхватывающихъ тонкую балку, подъ которой, для регулированія положенія ея, расположены клинья.

Раскружаливаніе производится постепеннымъ расклиниваніемъ.

По чертежу 22, таб. 165 приспособленіе для подвѣшиванія опалубки состоитъ изъ двухъ болтовъ, свинченныхъ верхними концами съ небольшимъ кускомъ желѣза a и проходящихъ сквозь балку b, поддерживающую опалубку. Послѣ раскружаленія желѣзные куски a оставляются въ бетонѣ.

Для плитъ подобнаго вида можно устраивать опалубки по чертежу 23, таб. 165. Опалубка поддерживается конструкціею изъ рѣшетинъ, поставленныхъ на ребро и упирающихся въ нижніе пояса балокъ.

Опалубки для сводчатыхъ плитъ устраиваются такимъ же образомъ, какъ таковыя для плоскихъ плитъ.

Виду этого примѣры, показанные на чертежахъ 24 и 25, таб. 165, будутъ понятны безъ дальнѣйшаго изъясненія.

Для поддерживанія опалубки для плоскихъ и сводчатыхъ плитъ между стѣнами рекомендуется консолеобразное приспособленіе, которое забивается въ швы кладки (Таб. 165, черт. 26).

Опалубка для плитъ по системѣ „Koenen" (Voubenplatte) поддерживается двумя полосовыми желѣзами подходящей формы, поставленными на ребро (Таб. 165, черт. 27 и 28). Эти полосовыя желѣза въ серединѣ пролета могутъ сдвигаться одно по другому и удерживаются въ опредѣленномъ положеніи болтами, просунутыми черезъ отверстія въ нихъ. Этимъ получается возможность, употреблять показанное приспособленіе для плитъ различныхъ пролетовъ. Нижніе концы полосовыхъ желѣзъ просовываются черезъ отверстіе въ отрѣзкѣ полосоваго желѣза, расположеннаго плашмя. Подъ этимъ отрѣзкомъ находится клинъ, при помощи котораго даютъ полосовымъ желѣзамъ неподвижное положеніе.

При нижнихъ концахъ этихъ желѣзъ также сдѣланы отверстія, посредствомъ которыхъ просунутыми болтами регулированіе положенія опалубки возможно. Все приспособленіе подвѣшивается къ нижнимъ поясамъ двутавровыхъ балокъ.

При большихъ пролетахъ располагается подпорка въ серединѣ пролета.

При различныхъ системахъ опалубка плитъ устраивается въ видѣ камышевыхъ рогожъ или проволочныхъ сѣтокъ.

Иногда укладываютъ на нижніе пояса двутавровыхъ балокъ тонкія желѣзо-бетонныя плиты, служащія опалубкой для устраиваемаго потолка.

2. Опалубка или формы для ребристыхъ плитъ съ видными ребрами. На чертежахъ 1 и 2, таб. 166 представлены планъ и разрѣзъ опалубки для потолка изъ ребристыхъ плитъ на желѣзо-бетонныхъ столбахъ (Wayss u. Freytag). Потолокъ поддерживается главными и второстепенными балками. Нѣкоторыя изъ послѣднихъ упираются въ столбы, а остальныя въ главныя балки. Формы для балокъ составляются изъ двухъ вертикальныхъ стѣнокъ и горизонтальнаго дна изъ досокъ толщиной приблизительно въ $1^1/_2$''. Доски стѣнокъ соединяются брусками, прибитыми къ нимъ гвоздями или привинченными щурупами. Стѣнки прикрѣпляются къ дну посредствомъ щурупъ, чѣмъ облегчается разборка формы при раскружаливаніи и дерево незначительно повреждается, особенно тогда, если подъ головками располагается еще шайба. Для облегченія раскружаливанія кромки верхнихъ досокъ скашиваются. Во избѣжаніе острыхъ угловъ балокъ пригвазживаются къ дну треугольные бруски.

Формы для балокъ поддерживаются стойками толщиной приблизительно отъ 4'' до 5'', размѣщенными на разстояніи отъ 1 до 1,5 m другъ отъ друга.

Если балки у опоръ имѣютъ консолеобразное утолщеніе, то, соотвѣтственно этому, увеличивается высота стѣнокъ и дну даютъ надлежащій наклонъ (Таб. 165, черт. 29—31).

Длина формъ для балокъ между столбами дѣлаютъ равной разстоянію между послѣдними въ свѣту.

Длина формъ для второстепенныхъ балокъ, упирающихся въ главныя балки, равняется разстоянію послѣднихъ въ свѣту.

На тѣхъ мѣстахъ, гдѣ балки примыкаютъ къ столбамъ или другимъ балкамъ, выпиливаются вырѣзки надлежащей величины изъ стѣнокъ формъ для столбовъ или балокъ.

Опалубки для плитъ упираются концами въ бруски, пригвозденные къ стѣнкамъ формъ для главныхъ балокъ, а въ серединѣ поддерживаются тонкими балками, въ серединѣ подпертыми стойками, а концами упирающимся въ бруски, пригвозденные къ стѣнкамъ формъ для второстепенныхъ балокъ.

Иногда поддерживаются опалубки плитъ досками, поставленными на ребро и, поэтому, менѣе подвергающимися прогибу.

Если плиты примыкаютъ къ высокимъ балкамъ, то онѣ у опоры часто оказываютъ сводчатую форму, соотвѣтственно которой доски, подддерживающія опалубку, срѣзываются.

Hennebique устраиваетъ формы по чертежамъ 32 и 33 таб. 165. Форма для главной балки состоитъ изъ дна и стѣнокъ изъ досокъ. Соотвѣтственныя части формы для второстепенной балки устроены такимъ же образомъ. Дно поддерживается стойками, а стѣнки ея желѣзными сжимами прижимаются къ дну. Сперва форма для главныхъ балокъ изготовляется до нижней грани второстепенныхъ балокъ, затѣмъ укладываются арматура и бетонъ и потомъ устраивается форма для второстепенныхъ балокъ.

Дно формы для второстепенныхъ балокъ упирается въ бруски, пригвозденные къ стѣнкамъ формъ для главныхъ балокъ. Теперь укладываютъ арматуру и бетонъ въ формы для второстепенныхъ балокъ и увеличиваютъ высоту стѣнокъ формъ для главныхъ балокъ еще на одну доску.

Если всѣ балки готовы, тогда устраивается опалубка для плитъ.

На преимущества и недостатки этого способа производства работы мы уже раньше указали.

На чертежѣ 34 таб. 165 показана форма, при которой стѣнки и дно обхватаны деревянной рамой. Къ послѣдней прикрѣпляются доски, поддерживающія таковыя-же, поставленныя на ребро и предназначенныя для поддерживанія опалубки.

При высокихъ балкахъ стѣнки формъ должны выдерживать значительное боковое давленіе. Поэтому онѣ усиливаются треугольными кусками доски, расположенными въ видѣ контрфорсовъ (Таб. 166, черт. 3).

На чертежахъ 4—6 таб. 166 представлена конструкція, допускающая очень удобное раскружаливаніе плитъ. Дно и стѣнки формы для балокъ поддержаны однотавровымъ желѣзомъ, образующимъ въ связи съ деревянной стойкой и подкосами изъ полосового желѣза консоли. Въ эти консоли упираются, при помощи промежуточнаго досчатаго отрѣзка, доски, поставленныя на ребро и поддерживающія опалубку плитъ.

Между досчатымъ отрѣзкомъ и тавровымъ желѣзомъ расположены клинья для извѣстныхъ цѣлей.

3) **Опалубка для потолковъ изъ ребристыхъ плитъ съ плоской нижней поверхностью.** Если при употребленіи ребристыхъ плитъ требуется плоская нижняя поверхность потолка, то заполняются промежутки между ребрами легкими или пустыми каменными тѣлами разной формы, изготовленными изъ матеріала разнаго рода. Эти пустыя тѣла прежде устанавливаются въ своемъ мѣстѣ и замѣняютъ тогда дорогую опалубку ребристыхъ плитъ. Они упираются только концами въ доски, образующія дно формы для реберъ и только при опредѣленныхъ системахъ въ полную опалубку.

Пустыя тѣла по системѣ „Züblin“ (Таб. 166, черт. 7 и 8) изготовляются изъ проволочной сѣтки съ оболочкой изъ раствора, которая для большей дешевизны часто состоитъ изъ пемзоваго или шлаковаго бетона.

Пустыя тѣла по системѣ „Sieg“ состоятъ изъ гипса. На чертежахъ 9—15 таб. 166, показаны различныя формы примѣненія настоящей системы.

На чертежѣ 16 таб. 166 представленъ потолокъ, при которомъ заполненіе между ребрами состоитъ изъ стекла, чѣмъ получается хорошее освѣщеніе нижележащихъ помѣщеній.

По чертежу 17 таб. 166 заполненіе между ребрами произведено пустотѣлыми кирпичами.

Швы расширенія. Въ потолкахъ значительнаго протяженія располагаютъ на надлежащемъ разстояніи другъ отъ друга такъ называемые швы расширенія, допускающіе свободное расширеніе потолка при повышеніи температуры. На чертежѣ 18 таб. 166 показано, какимъ образомъ поступаютъ при устройствѣ такихъ швовъ.

Для того, чтобы швовъ ясно виденъ былъ у нижней поверхности потолка, пригвазживается къ опалубкѣ треугольный брусокъ для образованія

паза равной формы въ бетонѣ. Затѣмъ укладывается на опалубку доска, поставленная на ребро и предназначенная для ограниченія бетонной массы, уложенной только къ одной стороны доски. По отвердѣніи бетона доска снимается и къ вертикальной поверхности бетонной массы прикладывается упаковочная бумага, окрашенная масломъ; затѣмъ укладывается бетонъ съ другой стороны.

4. Формы для столбовъ. Во избѣжаніе коробленія формъ для столбовъ устраиваютъ ихъ изъ хорошо высушеннаго дерева.

Чтобы получить особенно гладкую поверхность столбовъ, употребляютъ также формы изъ оцинкованнаго листового желѣза.

Для круглыхъ колоннъ находятъ примѣненіе также постоянныя трубчатыя формы, изготовленныя изъ проволочной сѣтки или цѣльно-рѣшетчатаго металла съ растворомъ и представляющія постоянную оболочку желѣзо-бетонныхъ колоннъ.

Если столбы находятся въ стѣнахъ, то кладка послѣднихъ образуетъ часть формъ (Таб. 166, черт. 19 и 20).

При этомъ стѣны впередъ должны быть возведены. Рекомендуется употребленіе цементнаго раствора на кладку стѣнъ и сцѣпленіе ея съ столбами изъ желѣзо-бетона.

База желѣзо-бетонныхъ столбовъ обыкновенно уширяется противъ стержня и получаетъ форму усѣченной пирамиды.

Сперва устраивается база, при чемъ цилиндрическія углубленія для вертикальныхъ стержней арматуры получаются при помощи деревянныхъ конусообразныхъ брусковъ, расположенныхъ въ мѣстахъ, предназначенныхъ для упомянутыхъ стержней. Вокругъ этихъ брусковъ затрамбовывается бетонъ, при схватываніи котораго они вращаются и по истеченіи короткаго времени вытягиваются (Таб. 167, черт. 1).

Если база готова, то сперва устанавливаются стержни арматуры, удерживаемые въ вертикальномъ положеніи приспособленіями, показанными на чертежахъ 2 и 3 таб. 167, и затѣмъ устраивается форма. Или устанавливается уже готовая форма и затѣмъ вертикальные стержни впускаются въ цилиндрическія углубленія базы.

Вмѣсто бетонной базы иногда располагается чугунный башмакъ, который покрывается полушарообразной покрышкой (Таб. 167, черт. 4). Послѣ установки стержней арматуры и заполненія пространства между башмакомъ и полушарообразной покрышкой бетономъ устраивается форма.

На чертежахъ 5 и 6 таб. 167 представлена форма для столбовъ по Wayss и Freytag'у. Стѣнки формы состоятъ изъ досокъ толщиной въ $1^1/_2''$. Связь между стѣнками обезпечивается посредствомъ желѣзныхъ болтовъ съ винтовыми нарѣзками и гайками и брусковъ. Послѣдніе одновременно соединяютъ доски двухъ противоположныхъ стѣнокъ. Клиньями между болтами и стѣнками препятствуется выжиманію послѣвнихъ бетономъ. Три стѣнки формы доходятъ безъ прекращенія до нижней грани потолка, между тѣмъ какъ четвертая составляется досками длиной въ 50 cm, постепенно впускаемыми, по мѣрѣ формовки столба, въ пазы, которые образуются четыреугольными брусками, расположенными внѣ формы, и треугольными, расположенными внутри ея.

На чертежѣ 7 таб. 167 показана форма по Wayss и Freytag'у для фасаднаго столба.

При формѣ по Hennebique'у также три стѣнки ея проходятъ безъ прекращенія снизу до балокъ потолка, между тѣмъ какъ четвертая, по мѣрѣ формовки столба, составляется изъ досокъ, пригвазживаемыхъ къ двумъ стѣнкамъ формы (Таб. 167, черт. 8 и 9). Трое стѣнки изъ толстыхъ досокъ соединяются сжимами (Таб. 167, черт. 10).

При разбираніи формъ по Wayss и Freytag'у гайки болтовъ каждый разъ должны отвинчиваться. Этого неудобства избѣгаютъ, снабжая горизонтальные бруски прорѣзами, въ которые вкладываются болты (Таб. 167, черт. 11 и 12). На чертежѣ 13 таб. 167 представлена форма, стѣнки которой соединены скобами и клиньями.

Формы такого вида оказываются выгодными. Простая форма для столбовъ устраивается при помощи рамы изъ четырехъ брусковъ (Таб. 167, черт. 14 и 15). Рама прижимается къ стѣнкамъ формы посредствомъ клиньевъ.

5. **Формы для стѣнъ.** Формы для стѣнъ состоятъ почти исключительно изъ двухъ вертикальныхъ стѣнокъ, составленныхъ изъ нѣсколькихъ досокъ. Доски каждой стѣнки соединяются пригвожденными брусками, разстояніе которыхъ другъ отъ друга зависитъ отъ толщины стѣнокъ. При толщинѣ ихъ въ $1^1/_2''$ разетояніе между брусками составляетъ приблизительно отъ $3'$ до $3^1/_2'$. При невысокихъ желѣзо-бетонныхъ стѣнахъ, стѣнки формъ удерживаются на неизмѣнномъ взаимномъ

разстояніи наклонными подпорками, которыя верхами нѣсколько врубаются въ бруски стѣнокъ.

Для распредѣленія давленія на бóльшую площадь земли, подъ нижними концами подпорокъ укладываютъ доски.

При высокихъ стѣнахъ расположеніе указанныхъ подпорокъ невозможно. Тогда формы устраиваются на уже готовой части стѣны и подпорки замѣняются другими приспособленіями. Чертежѣ 16 и 17 таб. 167 представляютъ форму для высокой стѣны. Въ надлежащемъ разстояніи другъ отъ друга располагаются бетонные пустотѣлые камни, через которые просовываются болты съ винтовыми нарѣзками. При помощи гайки натягиваются болты, вслѣдствіе чего прижимаются стѣнки формы къ уже готовой части желѣзо-бетонной стѣны. Кромѣ того, вертикальное положеніе стѣнокъ формы сохраняется еще посредствомъ проволоки толщиной приблизительно въ 3 mm, которая обхватываетъ бруски и въ серединѣ при помощи короткаго бруска скручивается, пока стѣнки не достигли надлежащаго разстоянія другъ отъ друга (Таб. 167, черт. 18). Проволока остается въ бетонѣ. Верхніе концы вертикальныхъ брусковъ соединяются еще схватками.

Чертежъ 19 таб. 167 представляетъ форму, при которой стѣнки удерживаются въ вертикальномъ положеніи трехсторонними рамами. Вертикальныя части рамы состоятъ изъ двухъ толстыхъ досокъ, а верхняя горизонтальная только изъ одной. Сквозь промежутки между вертикальными частями рамы просовываются болты съ винтовыми нарѣзками, головка которыхъ состоитъ изъ куска особой формы (Таб. 167, черт. 20), частью впускаемаго въ промежутокъ между вертикальными частями рамы. Для предохраненія болта отъ вращенія, головка снабжена установочнымъ винтомъ. Гайки снабжается рукояткой. Для того, чтобы возможно было, употреблять выше описанныя формы для устройства стѣнъ различной толщины, горизонтальная часть рамы дѣлается переставной (Таб. 167, черт. 21).

На чертежѣ 22 таб. 176 показана форма, устроенная при помощи особыхъ приспособленій, изготовленныхъ изъ стали трехъ видовъ A, B и C (Таб. 167, черт. 23 a – c).

Для возведнія двойныхъ стѣнъ располагается внутри главной формы еще другая.

При производствѣ работы во многихъ случаяхъ обѣ стѣнки формы одновременно и постепенно возводятся, по мѣрѣ укладыванія бетона и арматуры.

Въ другихъ случаяхъ одно стѣнка формы устанавливается по всей высотѣ возводимой стѣны, а другая по мѣрѣ укладыванія бетона. При этомъ способѣ трамбованіе бетона возможно только съ одной стороны.

Оба способа доставляютъ ту выгоду, что повѣрка работы возможна.

Другой способъ работы заключается въ томъ, что обѣ стѣнки формы устанавливаются по всей своей высотѣ. Трамбованіе бетона оказывается въ такомъ случаѣ возможнымъ только тогда, если толщина возводимой стѣны больше 2′, потому что тогда рабочіе еще могутъ стоять внутри формы и производить работу трамбованія.

При стѣнкахъ меньшей толщины бетонъ въ полужидкомъ состояніи просто наливается въ формы.

Стѣны по системѣ „Monier“ возводятъ, устанавливая сперва одну стѣнку формы и по этой укладываютъ арматуру; затѣмъ устанавливаютъ другую стѣнку и наливаютъ бетонъ сверху въ форму.

Такъ какъ при высокихъ стѣнахъ слѣдуетъ опасаться, чтобы бетонъ не наполнилъ нижнюю часть формы, то рекомендуется, располагать на половинѣ высоты стѣны отверстія въ стѣнкахъ формы, черезъ которыя бетонъ укладывается въ нижнюю часть формы (Таб. 167, черт. 24).

Для того, чтобы бетонъ навѣрно упалъ внизъ и въ немъ не образовались пустоты, слѣдуетъ отъ времени до времени крѣпко постучать въ стѣнки формы.

Иногда возводятся стѣны по системѣ „Monier“ при помощи одной лишь досчатой стѣнки, по которой укладывается арматура; затѣмъ прибрасывается къ ней бетонъ и прижимается.

д. Укладка и трамбованіе бетона. Такъ какъ порядочнымъ трамбованіемъ сопротивленіе бетона значительно увеличивается, бетонъ самъ дѣлается болѣе плотнымъ и однороднымъ, изгоняется излишекъ въ водѣ и заключенный въ бетонѣ воздухъ и вызывается тѣсное соприкосновеніе бетона съ желѣзной арматурой, то во всѣхъ случаяхъ, гдѣ этому не препятствуютъ особыя обстоятельства, эта работа должна производиться по возможности тщательнѣе.

Необходимымъ для этой цѣли оказывается укладываніе бетона тонкими слоями и употребленіе

бетона опредѣленной степени пластичности, который едва сохраняетъ форму и не стекаетъ съ лопаты.

При излишкѣ въ водѣ разжиженная бетонная масса выжимается изъ-подъ трамбовки, а при слишкомъ сухомъ состояніи бетона щебень въ немъ уплотняется, между тѣмъ какъ распредѣленіе цемента по массѣ не происходитъ надлежащимъ образомъ.

Трамбованіе продолжается до тѣхъ поръ, пока на поверхности бетона не покажется вода.

Укладка бетона при устройствѣ формъ по способу Hennebique'а производится слѣдующимъ образомъ.

На дно формы балки укладывается слой бетона толщиной въ 3 cm и трамбуется; затѣмъ укладываются прямые стержни и подвѣски арматуры. Послѣднія удерживаются въ вертикальномъ положеніи небольшими кучками бетона, размѣщенными вокругъ ихъ. При значительной высотѣ подвѣсокъ для этой цѣли располагаются деревянныя поддержки на верхнихъ краяхъ формы. Затѣмъ послѣдовательно укладываются слои бетона толщиной отъ 2,5 до 5 cm и трамбуются до высоты изогнутыхъ стержней, которые теперь помѣщаются въ надлежащемъ мѣстѣ.

Потомъ продолжается бетонная работа до высоты нижней поверхности плиты. Изъ готовой балки подвѣски нѣсколько выступаютъ вверхъ и послѣ задѣлываются въ бетонные слои плиты.

При устройствѣ плиты укладывается на опалубку слой бетона толщиной въ 2 cm и, по размѣщеніи арматуры, производится бетонированіе слоями въ 2 cm.

По другому способу сперва укладывается арматура и затѣмъ бетонъ слоями извѣстной толщины. При этомъ необходимо, употреблять въ дѣло мягкій бетонъ, потому что работа трамбованія не можетъ производиться съ желаемой тщательностью.

При крупныхъ желѣзо-бетонныхъ сооруженіяхъ, при которыхъ стержни сопротивленія арматуры имѣютъ относительно далекое разстояніе другъ отъ друга, при укладываніи бетона допускается толщина слоевъ до 15 cm, при чемъ можетъ быть употребляемъ въ дѣло менѣе пластичный бетонъ. Но въ такомъ случаѣ только очень тщательнымъ трамбованіемъ достигается надлежащее сцѣпленіе бетона съ желѣзной арматурой.

При столбахъ толщина послѣдовательно уложенныхъ бетонныхъ слоевъ послѣ утрамбовки не должна превосходить 5 cm, а при стѣнахъ 5 до 10 cm.

На чертежахъ 25—31 таб. 167 показаны различныя формы трамбовки изъ чугуна.

Для трамбованія плитъ рекомендуется такъ-называемая колотушка изъ деревянной доски съ рукояткой (Таб. 167, черт. 32).

Если бетонъ уже схватился, то передъ укладываніемъ свѣжихъ бетонныхъ слоевъ поверхность его должна быть очищаема и обмываема водой.

О предохраненіи бетона отъ вредныхъ вліяній разнаго рода во время отвердѣванія уже въ другихъ статьяхъ сказано было.

ε. *Снятіе формъ и опалубокъ.* Срокъ раскружаливанія желѣзо-бетонныхъ сооруженій зависитъ отъ погоды, пролета, формы и собственнаго вѣса ихъ.

Опалубка плитъ обыкновенно удаляется уже по прошествіи 5 дней, между тѣмъ какъ балки оставляются въ формѣ по крайней мѣрѣ отъ 2 до 3 недѣль, а осенью и весной даже болѣе продолжительное время.

Для большей безопасности балки и плиты послѣ раскружаленія поддерживаются еще нѣкоторое время досками, подпертыми стойками (Таб. 167, черт. 33).

Дополнительныя замѣчанія о производствѣ работы при устройствѣ желѣзно-бетонныхъ сооруженій находятся въ слѣдующихъ постановленіяхъ.

Извлеченіе изъ постановленій прусскаго министерства для производства конструкцій изъ желѣзо-бетона при гражданскихъ сооруженіяхъ.

I. Общія постановленія.

A. Испытаніе.

2. Въ пояснительной запискѣ по проекту желѣзо-бетонныхъ сооруженій должны быть указаны: происхожденіе и качества употребляемыхъ матеріаловъ, пропорція смѣси ихъ, количество воды и сопротивленіе раздробленію, котораго долженъ достигать употребляемый бетонъ изъ взятыхъ въ мѣстѣ постройки строительныхъ матеріаловъ при предназначенной пропорціи смѣси по прошествіи 28 дней въ кубическихъ тѣлахъ со стороной въ 30 cm.

3. Бетонъ долженъ смѣшиваться по вѣсовымъ единицамъ. Количество примѣсей опредѣляется

по вѣсу или измѣряется въ сосудахъ, содержаніе которыхъ прежде опредѣлено было такъ, чтобы вѣсъ его соотвѣтствовалъ предназначенной пропорціи смѣси.

§ 2.

2. Должно употреблять въ дѣло только такой портландскій цементъ, который удовлетворяетъ прусскимъ нормамъ. Свидѣтельства о качествахъ бетона должны содержать въ себѣ данныя о постоянствѣ объема, о времени схватыванія, о тонинѣ помола, какъ и о сопротивленіи раздробленію и разрыву. О постоянствѣ объема и времени схватыванія производитель работъ самъ долженъ удостовѣряться собственными опытами.

3. Песокъ, гравій и другія примѣси должны быть годны для употребленія для предназначенной цѣли. Крупность зерна примѣсей должна быть такая, чтобы возможно было надежное укладываніе и трамбованіе бетона между отдѣльными стержнями арматуры и между опалубкой и арматурой безъ сдвиженія стержней послѣдней.

B. Производство.

§ 5.

1) Употребленіе бетона въ дѣло должно начинаться тотчасъ послѣ приготовленія его и должно быть окончено передъ схватываніемъ его.

2) При теплой и сухой погодѣ бетонъ долженъ быть употребленъ въ дѣло по прошествіи 1 часа, а при прохладной и дождливой погодѣ по прошествіи 2 часовъ. Бетонъ, не тотчасъ употребленный въ дѣло, долженъ быть предохраненъ отъ вліянія погоды, какъ-то: отъ солнца, вѣтра и сильнаго дождя и передъ употребленіемъ въ дѣло долженъ пересыпаться.

3) Обработка уложеннаго бетона должна производиться безъ перерыва до окончанія трамбованія.

4) Бетонъ долженъ быть укладываемъ слоями толщиной до 15 cm и уплотняемъ трамбованіемъ по мѣрѣ количества воды въ немъ.

§ 6.

1) Передъ укладкой желѣзная арматура должна освободиться отъ жира, грязи и рыхлой ржавчины. Особое вниманіе слѣдуетъ обратить на то, чтобы отдѣльные стержни желѣзной арматуры получили правильное положеніе и разстояніе другъ отъ друга, какъ и предназначенную форму, далѣе чтобы они удерживались въ ихъ положеніи особыми приспособленіями и совершенно были покрыты особенно мягкой бетонной массой. Если въ балкахъ стержни арматуры расположены нѣсколькими рядами другъ надъ другомъ, то каждый рядъ отдѣльно покрывается бетономъ. Внизу желѣзной арматуры долженъ находиться еще слой бетона толщиной при балкахъ d въ 2 cm, а при плитахъ въ 1 cm.

2) Опалубки и подпорки потолковъ и балокъ должны обладать достаточнымъ сопротивленіемъ изгибающимъ усиліямъ и ударамъ трамбованія. Опалубки должны быть расположены такъ, чтобы возможно было, безъ всякой опасности удалить ихъ, оставляя подъ ними лишь необходимое число подпоръ до окончательнаго отвердѣнія бетона.

Для подпоръ употребляются, лучше всего, брусья безъ стыковъ. Если стыки неизбѣжны, то подпоры въ мѣстахъ стыка крѣпко и надежно соединяются между собою.

3) Формы столбовъ должны быть устраиваемы такъ, чтобы возможно было удобное укладываніе и трамбованіе бетонной массы и наблюденіе работы съ одной открытой стороны формъ.

§ 7.

1) Отдѣльные бетонные слои должны обрабатываться по возможности въ свѣжемъ состояніи; во всякомъ случаѣ слѣдуетъ разрыхлить старшіе слои.

2) При продолженіи бетонированія на уже отвердѣвшемъ бетонѣ, поверхность послѣдняго должна разрыхляться, тщательно сметаться, намачиваться и непосредственно передъ укладываніемъ свѣжей бетонной массы поливаться жидкимъ цементнымъ растворомъ.

§ 8.

Устройство стѣнъ и столбовъ во многоэтажныхъ зданіяхъ можетъ начинаться въ верхнемъ этажѣ только послѣ достаточнаго отвердѣнія подобныхъ частей зданія въ ниже лежащихъ этажахъ.

§ 9.

При морозной погодѣ бетонированіе можетъ производиться только въ такихъ случаяхъ, гдѣ исключено вредное вліяніе мороза подходящими предохранительными мѣрами.

§ 10.

1) До достаточнаго отвердѣнія бетона части зданія должны быть предохранены отъ дѣйствія мороза, преждевременнаго высыханія и отъ сотрясеній и нагрузокъ.

2) Сроки отъ окончанія трамбованія бетона до снятія опалубокъ и подпоръ зависятъ отъ погоды, пролета и собственнаго вѣса сооруженій. Боковыя стѣнки формъ балокъ, формы столбовъ, какъ и опалубки потолочныхъ плитъ, должны сниматься не раньше, чѣмъ по прошествіи 3 недѣль. При большихъ пролетахъ и размѣрахъ поперечныхъ сѣченій срокъ иногда продолжается до 6 недѣль.

3) При многоэтажныхъ зданіяхъ поддержки потолковъ и балокъ въ нижнемъ этажѣ могутъ сниматься только тогда, когда балки и потолки въ верхнемъ этажѣ уже отвердѣли такъ, чтобы они могли выдерживать собственный свой вѣсъ.

4) Если трамбованіе бетона окончено недавно передъ наступленіемъ мороза, то при снятіи опалубки и подпоръ должно поступать особенно осторожно.

5) Если во время затвердѣванія бетона наступаетъ морозъ, то въ виду того, что морозомъ замедляется твердѣніе бетона, слѣдуетъ продолжить указанные подъ № 2 сроки на періодъ мороза.

6) При снятіи опалубокъ и подпоръ слѣдуетъ избѣгать сотрясеній помощью особыхъ приспособленій (клинья и т. п.).

C. Пріемка.

§ 12.

1) При пріемкѣ части сооруженій въ различныхъ мѣстахъ, назначаемыхъ строительно-полицейскимъ управленіемъ, должны оставляться открытыми, чтобы возможно было, узнавать родъ и производство конструкціи. Кромѣ того, пріемщику предоставляется право, опредѣлить особыми опытами безошибочное производство работъ и достигнутую степень твердости и сопротивленія бетона.

2) Если относительно пропорціи смѣси и степени твердости бетона имѣется сомнѣніе, то для испытанія могутъ быть взяты пробы изъ готовыхъ частей сооруженій.

3) Если считаются необходимыми пробныя нагрузки, то онѣ должны производиться по указаніямъ пріемщика. О нихъ своевременно увѣдомляется лицо, предпринявшее постройку и производитель работъ. Пробныя нагрузки должны производиться не раньше, чѣмъ по прошествіи 45 дней по отвердѣніи бетона, и по усмотрѣнію строительно-полицейскаго управленія должны ограничиваться до безусловно необходимаго объема.

4) При пробныхъ нагрузкахъ потолочныхъ плитъ и балокъ поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Нагрузка цѣлой междубалочной клѣтки потолка не должна превосходить 0,5 g и 1,5 p, если g означаетъ собственный вѣсъ и p — равномѣрно распредѣленную временную нагрузку на 1 квадр. метръ. При большей временной нагрузкѣ, чѣмъ въ 1000 kg/m² можетъ допускаться уменьшеніе пробной нагрузки до простой временной нагрузки. Если для испытанія слѣдуетъ нагружать только одну полосу междубалочной клѣтки, то нагрузка въ серединѣ потолка распредѣляется равномѣрно по этой полосѣ, длина которой равняется пролету и ширина — одной трети пролета, но не менѣе одного метра. При этомъ нагрузка не должна превосходить значеніе $g + 2p$. Какъ собственный вѣсъ разсматриваются всѣ части, служащія для устройства потолка и пола, а какъ временная нагрузка всѣ въ § 16, 3 указанныя увеличенныя значенія.

5) При пробныхъ нагрузкахъ столбовъ слѣдуетъ избѣгать неравномѣрной осадки частей сооруженій и нагрузки грунта, превосходящей допускаемый предѣлъ.



ПРИЛОЖЕНІЕ.

А. ТАБЛИЦЫ И РАЗСЧЕТНЫЯ ДАННЫЯ.

№ 1.

Таблица средняго вѣса различныхъ тѣлъ.

Названіе тѣлъ.	1 кубическій футъ		1 куб. метръ
	въ фунтахъ.	въ пудахъ.	въ килогр.
Алкоголь	55	1,38	792
Асфальтъ чистый	76	1,9	1100
„ литой съ гравіемъ	110	2,76	1600
„ битый	124	3,10	1800
Бетонъ, смотря по матеріалу	124—152	3,10—3,80	1800—2200
Бумага	76	1,90	1100
Вода	69,1	1,737	1000
Гипсъ необожженный	151	3,775	2230
„ обожженный	124	3,10	1800
„ просѣянный	94	2,35	1360
„ литой	67	1,675	970
Глина мокрая	131	3,275	1900
„ сухая	194	2,60	1500
Гранитъ	196	4,90	2800
Дерево: Береза полусухая	50	1,25	720
Букъ полусухой	53	1,325	760
Дубъ „	43—59	1,075—1,475	620—850
Ель полусухая	42	1,05	660
Пихта „	42	1,05	600
Сосна „	38—45	0,95—1,125	550—650
Желѣзо сварочное	538	13,45	7800
„ литое	543	13,57	7850
Жиръ разнаго рода	65	1,625	930
Земля	90—138	2,25—3,45	1300—2000
Зерновой хлѣбъ въ насыпку: Овесъ	22—32	0,55—0,80	350—480
Пшеница	48—55	1,20—1,375	700—800
Рожь	42—55	1,05—1,375	600—800
Ячмень	37—52	0,925—1,30	530—750
Известковый растворъ	114—128	2,85—3,20	1640—1850
Известнякъ	180—196	4,50—4,90	2600—2800
Картофели	55	1,375	800
Керосинъ	57	1,425	820
Кирпичъ обыкновенный	101	2,525	1460
„ пустотѣлый	83	2,075	1200
*Кладка кирпичная изъ обыкновеннаго кирпича	111	2,775	1600

*) Вѣсъ кладки изъ тщательно изготовленныхъ и сильно обожженныхъ радіальныхъ сплошныхъ и пустотѣлыхъ кирпичей заводовъ Кустодиса и другихъ бываетъ гораздо больше и можетъ быть принимаемъ при разсчетѣ устойчивости дымовыхъ трубъ по крайней мѣрѣ не меньше 1800 килогр. для 1 куб. метра.

Названіе тѣлъ.	1 кубическій футъ		1 куб. метръ
	въ фунтахъ.	въ пудахъ.	въ килогр.
Кладка кирпичная изъ пористаго кирпича	90	2,25	1300
* „ „ „ пустотѣлаго „	76	1,90	1100
„ изъ известняковъ	160	4,00	2300
„ „ булыжниковъ	166	4,15	2400
„ „ песчаниковъ	152	3,80	2200
Клеверъ	24	0,6	350
Клинкеръ	138	3,45	2000
Книги	59	1,475	850
Кости	115	2,875	1650
Ледъ	63	1,575	910
Льняное сѣмя	55	1,38	800
Мука рыхлая	35	0,875	500
„ въ мѣшкахъ	55	1,38	800
Песокъ	97—131	2,425—3,275	1400—1900
Песчаникъ	166—173	4,15—4,325	2400—2500
Пиво	71	1,775	1030
Рѣпы	35	0,675	500
Сахаръ въ мѣшкахъ	56	1,40	825
Снѣгъ рыхлый	9	0,225	135
Сода	100	2,5	1450
Солома	6	0,15	90
Соль поваренная въ бочкахъ	54	1,35	790
Сталь	543	13,57	7860
Строительный мусоръ	97	2,425	1400
Стручковые плоды	49—59	2,225—1,475	710—850
Топлива: Буковыя дрова въ полѣньяхъ	27	0,675	400
Дубовыя „ „ „	29	0,725	420
Сосновыя „ „ „	22	0,55	320
Древесный уголь	13—18	0,325—0,45	180—250
Бурый „	24—38	0,6—0,95	350—550
Каменный „	59—73	1,475—1,825	850—1050
Коксъ	24—39	0,6—0,975	350—555
Торфъ	13—42	0,325—1,05	180—600
Цементъ рыхлый	95	2,42	1400
Цементный растворъ	138	3,45	2000
Чугунъ	501	12,50	7500
Щебень изъ гранита	128	3,20	1850
„ „ известняка	111	2,775	1600
„ „ кирпича	82	2,05	1180

№ 1a.

Таблица вѣса матеріаловъ, предположеннаго комитетомъ австрійскаго общества инженеровъ и архитекторовъ въ 1889 г.

Названіе матеріаловъ.	1 куб. футъ въ пудахъ.	1 куб. метръ въ килогр.
α. Дерево.		
Дубъ	1,38	800
Сосна	1,21	700
Ель	1,21	700
Пихта	1,12	650
Лиственница	1,21	700
β. Металлы.		
Сварочное желѣзо	13,48	7800
Литое „	13,57	7850
Чугунъ	12,96	7500
Свинецъ	19,71	11400
Мѣдь	15,38	8900
Цинкъ	12,44	7200
γ. Каменная кладка.		
Изъ пустотѣлаго кирпича: сухая кладка	2,07	1200
„ „ „ сырая „	2,42	1400
Изъ обыкновеннаго кирпича: сухая кладка	2,59	1500
„ „ „ сырая „	2,94	1700
Изъ желѣзняка (клинкера): сухая кладка	3,28	1900
„ „ „ сырая „	3,46	2000
Бутовая кладка	4,15	2400
Бетонъ	4,15	2400
Тесаный песчаникъ, мягкій или средній	4,15	2400
„ „ твердыхъ породъ	4,32	2500
Известнякъ, мягкій или средній	4,49	2600
„ твердый	4,66	2700
Гранитъ	4,84	2800
δ. Различные матеріалы.		
Строевой мусоръ	2,42	1400
Сухой песокъ	2,14—2,33	1240—1350
Сухая глина	2,59	1500
Сырая „	3,28	1900
Известковый или цементный растворъ	2,95	1700
Чистый асфальтъ	1,90	1100
Литой асфальтъ съ гравіемъ	2,76	1600
Утрамбованный асфальтъ	3,11	1800
Терацпо	3,46	2000
Гипсъ	1,99	1150
Оконное стекло	4,56	2640

№ 1b.

Таблица вѣса строительныхъ матеріаловъ по постановленіямъ берлинской полиціи отъ 21 февраля 1887 и строительнаго отдѣленія прусскаго министерства публичныхъ работъ отъ 16 мая 1890.

Названіе матеріаловъ.	1 куб. футъ въ пудахъ.	1 куб. метръ въ килогр.
α. Земли, камни и каменная кладка.		
Земля и глина	2,76	1600
Гравій	3,11	1800
Кладка изъ обыкновеннаго кирпича	2,76	1600
„ „ пористаго „	1,73—2,07	1000—1200
„ „ пустотѣлаго „	2,25	1300
„ „ пористаго и пустотѣлаго кирпича	1,56	900
„ „ известняка	4,49	2600
„ „ песчаника	4,15	2400
„ „ гранита или мрамора	4,66	2700
Бетонъ, смотря по матеріалу	3,11—3,80	1800—2200
Базальтъ	5,52	3200
Асфальтъ	2,59	1500
Гипсъ, литой	1,68	970
Аспидъ	4,66	2700
Стекло	4,49	2600
β. Дерево.		
Ель	1,04	600
Сосна	1,12	650
Дубъ	1,38	800
Букъ	1,30	750
γ. Металлы.		
Чугунъ	12,53	7250
Желѣзо, сварочное	13,48	7800
„ литое	13,57	7850
Сталь, прокатная и литая	13,59	7860
Свинецъ	19,65	11870
Бронза	14,87	8600
Красная мѣдь	15,38	8900
Цинкъ, литой	11,86	6860
„ прокатный	12,45	7200

№ 2.

Таблица собственнаго вѣса и нагрузки потолковъ, половъ и лѣстницъ:

въ колиграммахъ на 1 квад. метръ.
„ пудахъ „ 1 „ футъ.

Конструкція потолковъ, половъ и лѣстницъ и родъ нагрузки.		Собственный вѣсъ.	Временная нагрузка.	Полная нагрузка.
Балки съ простымъ половымъ настиломъ толщиною въ 1½″	kg	80	250	330
	пуды	0,45	1,42	1,87
Балки съ двойнымъ половымъ настиломъ или досчатою подшивкою	kg	120	250	370
	пуды	0,68	1,42	2,10
Балки съ чернымъ поломъ и досчатою подшивкою для жилыхъ помѣщеній	kg	250*	250*	500*
	пуды	1,42	1,42	2,84
Половыя балки чердачнаго помѣщенія жилыхъ зданій	kg	375	360	735
	пуды	2,12	2,05	4,17
Балки съ чернымъ поломъ и т. д. для танцовальныхъ залъ, мастерскихъ фабрикъ съ легкими машинами, сѣноваловъ и амбаровъ	kg	250*	500*	750*
	пуды	1,42	2,84	4,26
Потолочныя балки амбаровъ для шерсти	kg	—	—	750*
	пуды	—	—	4,27
Потолочныя балки амбаровъ для зерна	kg	—	—	850—1000*
	пуды	—	—	4,82—5,67
Потолочныя балки соляныхъ амбаровъ, въ которыхъ бочки расположены другъ надъ другомъ въ три ряда	kg	—	—	800
	пуды	—	—	5,57
Сводчатые потолки изъ пористаго кирпича для жилыхъ помѣщеній	kg	350*	250*	600*
	пуды	1,92	1,42	3,34
То же для фабрикъ и амбаровъ	kg	350	500	850
	пуды	1,92	2,84	4,76
Сводчатые потолки изъ обыкновеннаго кирпича для жилыхъ помѣщеній	kg	500	250	750
	пуды	2;84	1,42	4,26
То же для фабрикъ и амбаровъ	kg	500	500	1000
	пуды	2,84	2,84	5,68
То же для лѣстницъ и площадокъ	kg	500*	500*	1000*
	пуды	2,84	2,84	5,68
То же для проѣздовъ и подъ дворами	kg	500	750	1250
	пуды	2,84	4,25	7,09
Желѣзныя балки, при разстояніи другъ отъ друга отъ 3′—4′ (0,9 m — 1,2m),— съ половымъ настиломъ, подшивкою и смазкою	kg	260	—	—
	пуды	1,47	—	—
Желѣзныя балки съ промежуточными сводиками изъ пористаго кирпича, при разстояніи другъ отъ друга отъ 3½′—5′ (1 m — 1,5 m)	kg	250	—	—
	пуды	1,42	—	—
Потолки изъ балочнаго волнистаго желѣза съ бетономъ для жилыхъ помѣщеній	kg	350	250	600
	пуды	1,92	1,42	3,84
Балочное волнистое желѣзо подъ лѣстницами и площадками	kg	350	500	850
	пуды	1,02	2,84	4,76
Желѣзныя лѣстницы	kg	—	—	600—650
	пуды	—	—	3,35—3,70

*) По постановленіямъ берлинской полиціи.

№ 2a.

Таблица нагрузки половъ, потолковъ, сводовъ и лѣстницъ по предложенію комитета австрійскаго общества инженеровъ и архитекторовъ.

α. Собственный вѣсъ.

Названіе.	Килограммы на 1 кв. метръ.	Пуды на 1 кв. футъ.
1. Обыкновенный черный полъ со смазкою въ 8 cm* (3,14″) толщины съ поломъ, подшивкою и штукатуркою	240	1,36
2. Простильный черный полъ со смазкою въ 8 cm* (3,14″) толщины и пр.	300	1,70
3. Простильный полъ со смазкою въ 8 cm* (3,14″) толщины, штукатурнымъ потолкомъ и чистымъ поломъ изъ кирпича плашмя или изъ каменныхъ плитъ	350	1,98
4. Черный полъ между желѣзными балками (остальное какъ при 1-мъ), включая вѣсъ желѣзныхъ балокъ.	270	1,53
5. Сводъ въ 15 cm (5,9″) толщины изъ кирпича между желѣзными балками со смазкою въ 6 cm* (2,36″) толщины въ замкѣ, со штукатуркою и поломъ:		
a) при разстояніи желѣзныхъ балокъ другъ отъ друга до 1,4 m (4′,6)	500	2,83
b) „ „ свыше 1,4 m (4′,6) и до 3 m (9′,84)	570	3,23
6. Сводъ въ 10 cm (4″) толщины изъ полаго кирпича (остальное какъ при 5-мъ):		
a) разстояніе желѣзныхъ балокъ другъ отъ друга до 1,2 m (3′,94)	400	2,27
b) „ „ „ „ „ „ отъ 1,2 m (3′,94) до 2 m (6′,55)	450	2,55
7. Потолки изъ волнистаго желѣза между желѣзными балками съ подшивкою, поломъ и смазкою средней толщины въ 9 cm (3″,5)	240	1,3

β. Временная нагрузка.

Названіе помѣщеній.	Килограммы на 1 кв. метръ	Пуды на 1 кв. футъ.
1. Обыкновенныя чердачныя помѣщенія	150	0,85
2. Обыкновенныя жилыя помѣщенія	250	1,41
3. Жилыя помѣщенія для особыхъ цѣлей; библіотеки и танцовальныя залы	350	1,98
4. Лѣстницы и проходы	400	2,27
5. Конторы, мастерскія и магазины въ этажахъ	450	2,55
6. Тоже въ подвальномъ этажѣ	550	3,12
7. Склады для сѣна, плодовъ и овощей	500	2,83
8. Для театровъ, хлѣбныхъ складовъ, архивовъ, концертныхъ залъ, мастерскихъ съ очень тяжелыми машинами и пр. нагрузка опредѣляется особо.		

*) На каждый лишній сантиметръ толщины смазки сверхъ означенныхъ слѣдуетъ прибавить по 14 kg/cm² (0,08 пуд./фут.²).

№ 2b.

Таблица нагрузки половъ, потолковъ и дворовъ

при разстоянiи балокъ другъ отъ друга отъ середины до середины въ 1 m (3′,3) и при поперечномъ сѣченiи ихъ въ 24/26 cm (9″,4/10″,2) по постановленiямъ строительнаго отдѣленiя прусскаго министерства публичныхъ работъ отъ 16 мая 1900.

α. Собственный вѣсъ.

Названiе.	Килограммы на 1 кв. метръ.	Пуды на 1 кв. футъ.
1. Балки съ настиломъ и смазкою изъ глины толщиною въ 10 cm (4″)	230	1,3
2. Балки съ простымъ досчатымъ настиломъ толщиною въ 3,5 cm (1″,37)	70	0,4
3. Балки съ досчатымъ настиломъ толщиною въ 3 cm (1″18) по польскому манеру со смазкою толщиною въ 10 cm (4″)	210	1,2
4. Балки съ чернымъ поломъ толщиною въ 3 cm (1″,18) со смазкою толщиною въ 11 cm (4″,32 и чистымъ поломъ въ 3,5 (1″,37)	220	1,25
5. То же съ подшивкою толщиною въ 2 cm (0″,68) и штукатуркою	250	1,42
6. То же какъ № 4, но вмѣсто чистаго пола смазка изъ гипса или глины толщиною въ 5—7 cm (2″—2″,75)	310	1,76
7. Балки какъ № 5, но вмѣсто чистаго пола смазка изъ гипса или глины толщиною отъ 5—7 cm (2″—2″,75)	340	1,93
8. Балки съ чернымъ поломъ и смазкою по всей высотѣ балокъ и чистымъ поломъ толщиною въ 3,5 cm (1″,37)	360	2,03
Сводчатые потолки со стрѣлкою въ 1/8 пролета. Вѣсы такихъ потолковъ считаются за исключенiемъ собственнаго вѣса желѣзныхъ балокъ. Заполненiе пескомъ или коксовою золою и забутка до вершины. Лаги на разстоянiи другъ отъ друга въ 0,8 m (2′,64) толщиною въ 10/10 cm (4″/4″); чистый полъ толщиною въ 3,5 cm (1″,37). При заполненiи промежутковъ между лагами, нагрузка увеличивается на 140 kg/m² (0,77 пуд/дюйм.²).		
9. Прусскiе своды до пролетовъ въ 2 m (6′,6) толщиною въ 1/2 кирпича изъ сплошного кирпича	370	2,08
10. То же изъ пористаго или пустотѣлаго кирпича	310	1,76
11. Прусскiе своды съ пролетомъ отъ 2 до 3 m (6′,6 до 9′,9) толщиною въ 1/2 кирпича изъ сплошного кирпича	440	2,50
12. То же изъ пустотѣлаго или пористаго кирпича	380	2,13
13. Своды изъ цементнаго бетона, приготовленнаго изъ гравiя, до пролетовъ въ 1,5 m (4′95)	370	2,08

β. Временная нагрузка.

Названiе помѣщенiй	Килограммы на 1 кв. метръ.	Пуды на 1 кв. футъ.
1. Для жилыхъ и небольшихъ служебныхъ зданiй за исключенiемъ особой нагрузки документами	250	1,42
2. Для жилыхъ помѣщенiй, иногда служащихъ библiотеками или танцовальными залами	350	1,98
3. Для большихъ конторъ и общественныхъ залъ	400	2,27
4. Для потолковъ подъ проѣздами и дворами	800	4,54a
5. Для лѣстницъ	400	2,27

№ 3.

Таблица собственнаго вѣса единицы площади наклоннаго ската крыши.

Родъ кровли.	Средній собственный вѣсъ.	
	Килограммы на 1 кв. метръ.	Пуды на 1 кв. футъ.
а. Деревянныя крыши.		
Черепицы въ 1 рядъ	102	0,58
„ „ 2 ряда	127	0,70
Фальцевыя черепицы	72	0,40
Аспидъ	76	0,43
Древесный цементъ	135	0,78
Асфальтъ на слоѣ глины	61—76	0,35—0,53
„ „ лещадяхъ	102	0,58
Толь	30	0,18
Солома или камышъ безъ глины	61	0,35
„ „ „ съ глиною	76	0,43
Листовой цинкъ или желѣзо на досчатой обшивкѣ	41	0,28
б. Металлическія крыши.		
Аспидъ на уголкахъ	51	0,3
Желѣзо, листовое гладкое	25	0,15
„ волнистое на желѣзныхъ прогонахъ	22	0,13
Цинкъ волнистый „ „ „	24	0,15
Стекло на уголкахъ или горбыляхъ	35—50	0,20—0,30
Цинкъ, литой въ плитахъ на деревянной обрѣшеткѣ и стропилахъ	70	0,18

Въ числахъ таблицы № 3 не включенъ собственный вѣсъ стропильныхъ фермъ, а показанъ только собственный вѣсъ кровельнаго матеріала, обрѣшетки или обшивки, стропильныхъ ногъ и прогоновъ.

№ 4

Таблица средняго собственнаго вѣса стропильныхъ фермъ на единицу площади наклоннаго ската крыши.

Конструкція стропильныхъ фермъ.	Средній собственный вѣсъ.	
	Килограммы на 1 кв. метръ.	Пуды на 1 кв. футъ.
а. Деревянныя крыши.		
Фермы съ лежачими или стоячими стульями при пролетахъ отъ 25′—50′ (7,5 m — 15 m)	7—13	0,04—0,08
Подвѣсныя фермы при пролетахъ отъ 33′—60′ (10 m — 18 m)	12—18	0,08—0,1
Сложныя подвѣсныя и подкосныя фермы при пролетахъ приблизительно въ 66′ (20 m)	20—24	0,13—0,15
Фермы для открытыхъ крышъ при пролетахъ отъ 33′—60′ (10 m — 18 m)	20—30	0,13—0,18
б. Желѣзныя крыши.		
Собственный вѣсъ на единицу площади горизонтальной проекціи крыши.		
Легкія стропильныя фермы	14—20	0,08—0,13
Тяжелыя стропильныя фермы	20—30	0,13—0,18

№ 5.

Таблица собственнаго вѣса крышъ за исключеніемъ собственнаго вѣса стропильныхъ фермъ на единицу площади горизонтальной проекціи крышъ:

въ килограммахъ на 1 квад. метръ,
„ пудахъ „ 1 „ футъ.

Родъ кровли.		Отношеніе подъема къ пролету.								
		1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
а. Деревянныя крыши.										
Черепицы въ 1 рядъ	kg	144	122	114	—	—	—	—	—	—
	пуды	0,82	0,69	0,65	—	—	—	—	—	—
Черепицы въ 2 ряда	kg	180	152	142	—	—	—	—	—	—
	пуды	1,00	0,86	0,80	—	—	—	—	—	—
Фальцевыя черепицы	kg	102	87	81	77	76	75	74	—	—
	пуды	0,57	0,5	0,45	0,43	0,43	0,43	0,43	—	—
Аспидъ	kg	108	91	85	82	—	—	—	—	—
	пуды	0,61	0,51	0,47	0,45	—	—	—	—	—
Асфальтъ на слоѣ глины	kg	106	91	84	81	79	78	77	77	77
	пуды	0,60	0,51	0,47	0,45	0,45	0,45	0,43	0,43	0,43
Асфальтъ на лещадяхъ	kg	144	122	114	110	107	106	105	104	104
	пуды	0,82	0,69	0,65	0,63	0,61	0,59	0,59	0,59	0,59
Толь	kg	42	36	34	32	32	31	31	31	30
	пуды	0,24	0,2	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Листовой цинкъ или желѣзо	kg	58	49	46	44	43	42	42	42	42
	пуды	0,33	0,30	0,27	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
б. Желѣзныя крыши.										
Аспидъ на уголкахъ	kg	72	61	56	54	—	—	—	—	—
	пуды	0,41	0,35	0,33	0,33	—	—	—	—	—
Желѣзо листовое гладкое	kg	35	30	28	27	26	26	26	26	26
	пуды	0,2	0,18	0,16	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Желѣзо волнистое на желѣзныхъ прогонахъ	kg	28	24	23	22	21	21	21	21	20
	пуды	0,16	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Волнистый цинкъ на уголкахъ	kg	34	29	27	26	26	25	25	24	24
	пуды	0,18	0,16	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Стекло на уголкахъ или горбыляхъ	kg	71	60	56	54	—	—	—	—	—
	пуды	0,41	0,35	0,33	0,3	—	—	—	—	—

№ 6.

Таблица давленія снѣга на единицу площади наклоннаго ската крыши:

въ килограммахъ на 1 квад. метръ,
„ пудахъ „ 1 „ футъ.

Отношеніе подъема къ пролету $\frac{h}{l}$		1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
Уголъ наклоненія ската крыши α		45°	33° 41′	26° 40′	21° 50′	18° 25′	16°	14°	12° 30′	11° 20′
Давленіе снѣга, дѣйствующее вертикально	kg		83	89	93	95	96	96	96	96
	пуды		0,47	0,51	0,53	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

При исчисленіи предыдущей таблицы, согласно съ постановленіемъ Съѣзда Инженеровъ службы пути, предположено, что давленіе снѣга на 1 кв. метръ и на 1 кв. футъ горизонтальной проекціи крыши составляетъ 100 kg, относительно 0,56 пудовъ За границею давленіе снѣга принимается только въ 75 kg на 1 кв. метръ.

Если наклонъ крыши $\frac{h}{l} \geqq \frac{1}{2}$, то снѣгъ обыкновенно уже болѣе не остается на ней и поэтому въ такомъ случаѣ давленіе его не слѣдуетъ принимать въ разсчетъ; но рекомендуется также при наклонѣ отъ 40° до 50° принимать въ разсчетъ половину давленія снѣга, а при болѣе крутыха крышахъ давленіе снѣга совершенно пренебрегается.

№ 7.

Таблица давленія вѣтра, дѣйствующаго перпендикулярно на единицу площади наклоннаго ската крыши и вертикально на единицу площади горизонтальной проекціи ея:

въ килограммахъ на 1 квад. метръ,
„ пудахъ „ 1 „ футъ.

Отношеніе подъема къ пролету $\frac{h}{l}$		1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
Уголъ наклоненія ската крыши α		45°	33° 41′	26° 40′	21° 50′	18° 25′	16°	14°	12° 30′	11° 20′
Давленіе вѣтра, дѣйствующее перпендикулярно на скатъ крыши	kg	98	83	72	63	57	53	49	46	44
	пуды	0,55	0,47	0,4	0,37	0,33	0,30	0,29	0,27	0,25
Давленіе вѣтра, дѣйствующее вертикально	kg	196	120	90	73	64	57	52	48	46
	пуды	1,10	0,67	0,51	0,40	0,37	0,33	0,30	0,29	0,27

При исчисленіи предыдущей таблицы предположено, что направленіе вѣтра составляетъ съ горизонтомъ уголъ въ 10°, а напоръ вѣтра принятъ въ 120 kg на 1 кв. метръ плоскости, перпендикулярной къ его направленію.

Тогда составляющая давленія вѣтра, перпендикулярная къ скату крыши, равняется

$$120.\sin(\alpha + 10^0) \text{ kg на 1 кв. метръ},$$
$$0{,}68.\sin(\alpha + 10^0) \text{ пудовъ на 1 кв. футъ},$$

а вертикальная составляющая

$$\frac{120.\sin(\alpha + 10^0)}{\cos^2\alpha} \text{ kg на 1 кв. метръ},$$
$$\frac{0{,}68.\sin(\alpha + 10^0)}{\cos^2\alpha} \text{ пудовъ на 1 кв. футъ}.$$

Въ высокихъ мѣстахъ напоръ вѣтра доходитъ до 180 kg на 1 кв. метръ = 50 пудовъ на 1 кв. сажень плоскости, перпендикулярной къ его направленію.

№ 7a.

*Таблица давленія вѣтра, дѣйствующаго перпендикулярно на единицу площади наклоннаго ската крыши и вертикально на единицу площади горизонтальной проекціи ея:

по формуламъ $180 \sin^2 (\alpha + 10)$ и $\frac{180 \sin^2 (\alpha + 10)}{\cos^2 \alpha}$,
въ килограммахъ на 1 квад. метръ
„ пудахъ „ 1 „ футъ.

Отношеніе подъема къ пролету $\frac{h}{l}$		1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
Уголъ наклоненія ската крыши α		45°	33° 41′	26° 40′	21° 50′	18° 25′	16°	14°	12° 30	11° 20′
Давленіе вѣтра, дѣйствующее перпендикулярно на скатъ крыши............................	kg	120	83	65	50	40	34	31	25	23
	пуды	0,67	0,47	0,37	0,29	0,23	0,2	0,18	0,16	0,14
Давленіе вѣтра, дѣйствующее вертикально..........	kg	240	122	81	58	44	37	33	27	25
	пуды	1,35	0,69	0,45	0,33	0,25	0,23	0,2	0,18	0,16

Примѣчаніе I. По Lössl'у давленіе вѣтра перпендикулярно къ скату крыши можетъ быть принимаемо въ $w_1 = w. \sin \alpha$ гдѣ w означаетъ давленіе вѣтра, дѣйствующее на плоскость, перпендикулярную къ направленію вѣтра, и принимается здѣсь въ 125 kg/m², что соотвѣтствуетъ скорости вѣтра въ 32 m/s. На основаніи этихъ условій разсчитана слѣдующая таблица.

Отношеніе подъема къ пролету крыши $\frac{h}{l}$	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
Уголъ наклоненія ската крыши α	45°	33° 41	26° 40	21° 50′	18° 25′	16°	14°	12° 30′	11° 20′
Давленіе вѣтра, дѣйствующее перпендикулярно къ скату крыши, $w_1 = w. \sin \alpha$ $(w = 125)$ въ kg/m²....................	88	69	56	46	40	34	30	27	25

Примѣчаніе II. При открытыхъ крышахъ, подверженныхъ давленію вѣтра снизу, послѣднее принимается въ 60 kg/m² 0,34 пуд./фунт.²) перпендикулярно къ скату крыши.

---

*) По постановленію Съѣзда Инженеровъ Службы Пути отъ 1896 г. давленіе вѣтра перпендикулярно къ скату крыши должно быть принимаемо въ $180 \sin^2 (\alpha + 10^0)$.

Такъ-какъ можно предполагать, что вѣтеръ и снѣгъ никогда не одновременно дѣйствуютъ съ наибольшею интенсивностью то Съѣздъ постановилъ: принимать въ разсчетъ либо давленіе вѣтра, либо давленіе снѣга по выше приведенной формулѣ, либо же совмѣстное дѣйствіе вѣтра, равное 2/3 максимальнаго, и давленіе снѣга, равное 3/4 максимальнаго, т.-е. $120 \sin^2 (\alpha + 10)$ и 75 kg/m².

Размѣры поперечнаго сѣченія стержней строительныхъ фермъ должны быть опредѣляемы въ самомъ невыгодномъ изъ трехъ выше указанныхъ предположеній. Для пологихъ двухскатныхъ крышъ съ наклономъ въ 1/6 и менѣе наибольшія напряженія получаются обыкновенно при второмъ предположеніи, а для крутыхъ крышъ съ наклономъ больше 1/4 — при первомъ предположеніи.

№ 8.

Таблица полной нагрузки на единицу площади горизонтальной проекціи крыши:

въ килограммахъ на 1 квад. метръ,
„ пудахъ „ 1 „ футъ,

Родъ кровли.		Отношеніе подъема къ пролету.								
		$^1/_2$	$^1/_3$	$^1/_4$	$^1/_5$	$^1/_6$	$^1/_7$	$^1/_8$	$^1/_9$	$^1/_{10}$
а. Деревянныя крыши.										
Черепицы въ 1 рядъ	kg	340	342	304	—	—	—	—	—	—
	пуды	1,93	1,94	1,74	—	—	—	—	—	—
Черепицы въ 2 ряда	kg	376	372	332	—	—	—	—	—	—
	пуды	2,14	2,14	1,88	—	—	—	—	—	—
Фальцевыя черепицы	kg	298	307	271	250	240	232	226	—	—
	пуды	1,73	1,74	1,53	1,43	1,37	1,32	1,29	—	—
Аспидъ	kg	304	311	275	251	—	—	—	—	—
	пуды	1,74	1,75	1,55	1,43	—	—	—	—	—
Асфальтъ на слоѣ глины	kg	302	311	274	254	243	235	229	225	223
	пуды	1,74	1,75	1,55	1,43	1,37	1,32	1,31	1,29	1,29
Асфальтъ на лещадяхъ	kg	340	342	304	283	271	263	257	252	250
	пуды	1,93	1,94	1,74	1,65	1,53	1,50	1,45	1,43	1,43
Толь	kg	238	256	224	205	196	188	183	179	176
	пуды	1,35	1,45	1,29	1,16	1,10	1,10	1,08	1,02	1,00
Листовой цинкъ или желѣзо	kg	254	269	236	217	207	199	194	190	188
	пуды	1,43	1,53	1,32	1,22	1,18	1,12	1,10	1,08	1,06
б. Желѣзныя крыши.										
Аспидъ на уголкахъ	kg	268	281	246	227	—	—	—	—	—
	пуды	1,53	1,59	1,47	1,30	—	—	—	—	—
Желѣзо листовое гладкое на уголкахъ	kg	231	250	218	200	190	183	178	174	172
	пуды	1,32	1,43	1,22	1,12	1,08	1,04	1,02	0,98	0,98
Желѣзо волнистое па желѣзныхъ прогонахъ	kg	224	244	213	195	185	178	173	169	166
	пуды	1,29	1,47	1,20	1,10	1,06	1,02	0,98	0,96	0,92
Цинкъ волнистый на уголкахъ	kg	230	249	217	199	190	182	177	172	170
	пуды	1,32	1,43	1,22	1,12	1,08	1,04	1,00	0,98	0,96
Стекло на уголкахъ или горбыляхъ	kg	267	280	246	227	—	—	—	—	—
	пуды	1,53	1,59	1,47	1,29	—	—	—	—	—

При крышахъ съ подъемомъ въ $^1/_2$ пролета давленіе снѣга не принято въ разсчетъ.

Таблицы собственнаго вѣса и временной нагрузки крышъ составлены по Durm'у: „Handbuch der Architektur". Teil I. Bd. I. Heft 2. Dritte Auflage 1899. Въ таблицахъ этого учебника давленіе снѣга принято въ 75 kg на 1 кв. метръ горизонтальной проекціи крыши, между тѣмъ какъ въ нашихъ таблицахъ — въ 100 kg.

Если желаютъ принять въ разсчетъ давленіе снѣга въ 75 kg, то приходится вычесть отъ чиселъ предыдущей таблицы 25 kg, относительно 0,14 пуда.

№ 9.

Таблица коэффиціентовъ упругости и сопротивленія главнѣйшихъ матеріаловъ.

Нагрузка, отнесенная къ единицѣ площади: къ квадратному дюйму въ пудахъ или къ квадратному сантиметру въ килограммахъ, называется сопротивленіемъ временнымъ или полнымъ, если она разрушаетъ матеріалъ, и прочнымъ, если обезпечиваетъ достаточную для практики прочность матеріала.

Прочное сопротивленіе принимается обыкновенно для частей гражданскихъ построекъ:

для желѣза и стали	$^1/_{3,5}$—$^1/_5$	временного сопротивленія.
„ чугуна (растяженіе)	$^1/_5$	
„ „ (сжатіе)	$^1/_{15}$—$^1/_{16}$	
„ дерева	$^1/_7$—$^1/_{10}$	

a. Таблица коэффиціентовъ упругости и сопротивленія матеріаловъ въ килограммахъ на квадратный сантиметръ.

Матеріалъ.	Коэффиціентъ упругости	Временное сопротивленіе		Прочное сопротивленіе.			
				Нагрузка съ сильными сотрясеніями.		Нагрузка со слабыми сотрясеніями.	
	E	разрыву R_1	раздробленію R_2	Растяженіе K_1	Сжатіе K_2	Растяженіе K_1	Сжатіе K_2
Сварочное желѣзо	2000000	3500—4000	3200—4000	700	700	1000	1000
Литое желѣзо	2200000	3500—4500	3325—4275	900	900	1200	1200
Чугунъ	1000000	1260—1800	7000—8000	—	—	250	500
Сталь	2000000—2400000	7000—8000	7000—8000	1500	1500	2000	2000
Дубъ	120000	960	490	—	—	90	65
Сосна	130000	1000	500	—	—	100	80
Пихта	120000	800	400	—	—	80	60
Ель	130000	960	480	—	—	100	75
Лиственница	130000	1100	550	—	—	115	85
Гранитъ	—	—	380—700	—	—	—	38—70
Известнякъ	—	—	—	—	—	—	7,5—50
Песчаникъ	—	—	—	—	—	—	15—30
Кирпичная кладка на известковомъ растворѣ	—	—	—	—	—	—	8—10
Кирпичная кладка на цементномъ растворѣ	—	—	—	—	—	—	12—15
Бетонъ*)	—	—	—	—	—	—	—

*) См. „Строительные матеріалы“.

б. Таблица коэффиціентовъ упругости и сопротивленія матеріаловъ въ пудахъ на квадратный дюймъ.

Матеріалъ.	Коэффиціентъ упругости	Временное сопротивленіе		Прочное сопротивленіе.			
				Нагрузка съ сильными сотрясеніями.		Нагрузка со слабыми сотрясеніями.	
	E	разрыву R_1	раздробленію R_2	Растяженіе K_1	Сжатіе K_2	Растяженіе K_1	Сжатіе K_2
Сварочное желѣзо	800000	1400—1600	1280—1600	275	275	400	400
Литое желѣзо	900000	1400—1800	1330—1710	360	360	480	480
Чугунъ	400000	504—720	2400—3200	—	—	100	200
Сталь	780000—1140000	2800—3200	2800—3200	600	600	800	800
Дубъ	47000	384	196	—	—	36	26
Сосна	51300	400	200	—	—	42	32
Пихта	47000	320	160	—	—	32	24
Ель	51300	384	192	—	—	40	30
Лиственница	51300	440	220	—	—	46	34
Гранитъ	—	—	150—280	—	—	—	15—28
Известнякъ	—	—	—	—	—	—	3—20
Песчаникъ	—	—	—	—	—	—	6—12
Кирпичная кладка на известковомъ растворѣ	—	—	—	—	—	—	3,2—4
Кирпичная кладка на цементномъ растворѣ	—	—	—	—	—	—	4,8—6
Бетонъ***)	—	—	—	—	—	—	—

Если не вполнѣ еще отвердѣвшая кирпичная кладка уже должна выдерживать полную нагрузку, то прочное сопротивленіе ея принимается отъ 3—5 kg на кв. сантиметръ, относительно 1,25—2 пуд. на кв. дюймъ.

Прочное сопротивленіе бутовой кладки на известковомъ растворѣ для фундаментовъ принимается только въ 5 kg на кв. сантиметръ, относительно 2 пуд. на кв. дюймъ.

в. Таблица допускаемыхъ прочныхъ сопротивленій матеріаловъ по постановленіямъ берлинской полиціи отъ февр. 1887 г. и строительнаго отдѣленія прусскаго министерства:

въ килограммахъ на 1 квад. сантиметръ,
„ пудахъ „ 1 „ дюймъ.

Матеріалъ.		Прочное сопротивленіе растяженію K_1	сжатію K_2
*Желѣзо, литое и сварочное	kg	750—1000	750—1000
	пуды	300—400	300—400
Сводчатое балочное волнистое желѣзо	kg	500	500
	пуды	200	200
Чугунъ	kg	250	500
	пуды	100	200
Дубъ и букъ	kg	100	80
	пуды	40	32
Сосна и лиственница	kg	1000	60
	пуды	40	24
Пихта	kg	60	50
	пуды	24	20
Кирпичная кладка на известковомъ растворѣ	kg	—	7
	пуды	—	2,8
**Кладка изъ обыкновеннаго кирпича на цементномъ растворѣ	kg	—	11
	пуды	—	4,4
**Кладка изъ клинкеровъ на цементномъ растворѣ	kg	—	12—14
	пуды	—	4,8—5,6
Кладка изъ пористаго кирпича	kg	—	3—6
	пуды	—	1,2—2,4
**Хорошій грунтъ	kg	—	2,5
	пуды	—	1

*) Въ настоящее время берлинскою полиціею допускается при очень благопріятныхъ условіяхъ прочное сопротивленіе сварочнаго желѣза въ 1000 kg на кв. сантиметръ, относительно въ 400 пудовъ.

Для литого желѣза теперь Стр. Отд. прусск. мин. допускается во всякомъ случаѣ 850 kg/cm² (340 пуд./дюйм.²).

**) Приведенныя въ скобкахъ прочныя сопротивленія допускаются Стр. Отд. прусск. мин.

***) См. „Строительные матеріалы“.

г. Таблицы допускаемыхъ прочныхъ сопротивленій различныхъ матеріаловъ по предложенію комитета австрійскаго общества инженеровъ и архитекторовъ отъ 1889 г.

№ I.

Матеріалы.	Растяженіе.		Сжатіе.		Срѣзываніе.	
	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.
Желѣзо, сварочное и мягкое литое	1000	400	1000	400	800	320
Чугунъ	250	100	750	300	250	100
Дубъ	100	40	70	28	—	—
Сосна	90	36	60	24	—	—
Ель	70	28	60	24	—	—
Пихта	70	28	55	22	—	—
Лиственница	70	28	55	22	—	—

№ II.

Матеріалы.	Родъ каменной кладки.					
	*A. Сжатіе.		**B. Сжатіе.		***C. Сжатіе.	
	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.
Гранитъ и порфиръ	50	20	40	16	20	8
Твердыя каменныя породы	25	10	20	8	—	—
Каменныя породы средней твердости	15	6	10	4	—	—
Мягкія каменныя породы	7,5	3	—	—	—	—

№ III.

Каменная кладка.	†A. Сжатіе.		††B. Сжатіе.		†††C. Сжатіе.	
	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.	kg на 1 cm²	Пуд. на 1 кв. дм.
1. Кирпичная кладка на известковомъ растворѣ	5	2	2,5	1	—	—
2. Кирпичная кладка на известково-цементномъ растворѣ	7,5	3	5	2	—	—
3. Кирпичная кладка на цементномъ растворѣ изъ портландскаго цемента	10	4	7,5	3	5	1
4. Бутовая или смѣшанная кладка на известковомъ растворѣ	4	1,6	—	—	—	—
5. Кладка изъ отмученныхъ кирпичей на известково-цементномъ растворѣ	9	3,6	8	3,2	7,5	3
6. Кладка изъ отмученныхъ кирпичей на цементномъ растворѣ	12	4,8	10	4	8	3,2
7. Кладка изъ клинкеровъ на цементномъ растворѣ	15*	6	12	4,8	10	4
8. Бетонъ изъ известково-цементнаго раствора	7	2,8	—	—	—	—

Здѣсь означають: *A — сплошныя толстыя стѣны изъ тесаннаго камня, отдѣльные подферменые камни, опоры, клинья сводовъ и арокъ и др.; далѣе столбы и колонны, наименьшій размѣръ поперечнаго сѣченія которыхъ не меньше 1/8 высоты.

**B — выступающіе тесаные камни, особенно подвергающіеся дѣйствію силъ, и столбы и колонны, наименьшій размѣръ поперечнаго сѣченія которыхъ составляетъ отъ 1/8—1/12 высоты.

***C — тонкіе столбы и колонны, наименьшій размѣръ поперечнаго сѣченія которыхъ меньше 1/12 высоты, при подходящей конструкціи деталей.

†A — стѣны толщиною не меньше 0,45 m (1,48′) и столбы, наименьшій размѣръ которыхъ составляетъ не меньше 1/6 высоты.

††B — стѣны толщиною меньше 0,45 m (1,48′) и столбы, наименьшій размѣръ поперечнаго сѣченія которыхъ составляетъ только 1/6—1/8 высоты.

†††C — столбы, наименьшій размѣръ поперечнаго сѣченія которыхъ составляетъ только 1/8—1/12 высоты.

При разсчетахъ вѣнскимъ строительнымъ управленіемъ допускается 20 kg/cm² (8 пуд./дм.²).

№ IV.

Допускаемая нагрузка грунта.

Родъ грунта.	kg/cm²	пуд./дм.²
1. Глина и глинистый рухлякъ значительной влажности мощностью слоя не менѣе 1 m (3'4"), защищенные отъ выпучиванія, до	1,5	0,6
2. Песчанистый гравій, плотно слежавшійся въ слояхъ незначительной мощности или перемѣннаго уклона, а также глина и глинистый рухлякъ (сухіе) въ стоячихъ слояхъ и защищенные отъ выпучиванія, до	2,5	1
3. Плотно слежавшійся крупный гравій въ слояхъ значительной мощности, а также глина и глинистый рухлякъ (сухіе) въ лежачихъ слояхъ, до	3,5	1,4
4. Рыхлый грунтъ, содержащій въ себѣ воду (основаніе при помощи забитыхъ свай), до	2	0,8
5. Рыхлый грунтъ, содержащій въ себѣ воду (основаніе при помощи забитыхъ свай и бетоннаго слоя), толщиною не менѣе 0,60 m (2'), до	3	1,2

При примѣненіи выше приведенныхъ данныхъ фундаменты свободно стоящихъ столбовъ должны дѣлаться квадратными или приблизительно квадратными.

д. ***Таблица допускаемыхъ прочныхъ сопротивленій сварочнаго и литого желѣза, хвойнаго лѣса и дуба по постановленіямъ Съѣзда Инженеровъ Службы Пути отъ 1896 г. для желѣзныхъ и деревянныхъ стропильныхъ фермъ*.

Матеріалъ.	Прочное сопротивленіе					
	растяженію.		сжатію.		срѣзыванію.	
	kg/cm²*	пуд./дм.²	kg/cm²*	пуд./дм.²	kg/cm²*	пуд./дм.²
1. Сварочное желѣзо	900	360	900	360	720	288
2. Литое желѣзо	1000	400	1000	400	800	320
**3. Хвойный лѣсъ обыкновеннаго качества:						
непосредственному растяженію	125	50				
непосредственному сжатію вдоль волоконъ			62,5	25		
непосредственному сжатію поперекъ волоконъ			20	8		
сгибанію			78	31,25		
**4. Хвойный лѣсъ лучшаго качества съ временнымъ сопротивленіемъ разрыву не менѣе 320 пуд./дм.² (800 kg/cm²):						
непосредственному растяженію	140	56,25				
непосредственному сжатію вдоль волоконъ			78	31,25		
непосредственному сжатію поперекъ волоконъ			25	10		
сгибанію			94	37,5		
**5. Дубъ, имѣющій временное сопротивленіе разрыву не менѣе 380 пуд./дм.² (950 kg/cm²):						
непосредственному растяженію	172	68,75				
непосредственному сжатію вдоль волоконъ			94	37,5		
непосредственному сжатію поперекъ волоконъ			47	18,75		
сгибанію			125	50		

*) При переводѣ пудовъ на кадратный дюймъ въ килограммы на квадратный сантиметръ принятъ 1 пуд./дм.²=2,5 kg/cm²

**) Выше приведенныя нормы прочнаго сопротивленія дерева по циркуляру Департ. Жел. Дор. отъ 30 мая 1895 г. за № 8929 допускаются для временныхъ деревянныхъ мостовъ.

***) Обязательныхъ постановленій для нагрузокъ потолковъ, крышъ и т. д. и для допускаемыхъ напряженій строительныхъ матеріалогъ не существуетъ.

ж. Таблица временного сопротивленія различныхъ сортовъ раствора раздробленію по опытамъ Бермана, директора Рижскаго Цементнаго завода*).

Родъ связывающаго вещества.	Отношеніе связывающаго средства въ песку.	Промежутокъ времени, считая со времени приготовленія пробныхъ тѣлъ, въ недѣляхъ. Временное сопротивленіе раздробленіе R_2 въ килограммахъ на 1 кв. сантиметръ.					
		1	2	4	13	26	52
Известь.	1:2	4	4	6	10	16	24
Романскій цементъ.	1:3	12	20	28	28	32	58
	1:4	8	14	18	20	24	40
	1:5	4	8	12	12	16	28
Смѣшанный цементъ: 2/3 романск. + 1/2 портл. цемента.	1:3	40	52	68	80	92	124
	1:4	25	35	48	48	60	104
	1:5	14	22	30	36	56	76
	1:6	10	14	18	22	32	56
Смѣшанный цементъ: 1/2 романск. + 1/2 портл. цемента.	1:3	66	80	90	100	140	190
	1:4	36	54	64	80	96	128
	1:5	24	32	46	72	80	102
	1:6	18	24	34	45	58	88
Портландскій цементъ.	1:3	112	142	150	185	232	260
	1:4	78	104	114	160	176	204
	1:5	50	80	94	128	140	176
	1:6	30	48	64	84	120	140
	1:7	24	38	50	64	92	128

з. Таблица сопротивленія матеріаловъ срѣзыванію:

въ килограммахъ на 1 квадратный сантиметръ,
„ пудахъ „ „ дюймъ.

Матеріалъ.		Временное сопротивленіе R_3	Прочное сопротивленіе K_3
Сварочное желѣзо	kg	3200—4000	600—800
	пуды	1280—1600	240—320
Литое желѣзо	kg	3200—4000	700—1000
	пуды	1280—1600	280—400
Чугунъ	kg	1000—1100	220
	пуды	400—440	88
Литая сталь	kg	4000	800
	пуды	1600	320
Хвойный лѣсъ: параллельно къ волокнамъ	kg	46	9—10
	пуды	19	3,6—4
Хвойный лѣсъ: перпендикулярно къ волокнамъ	kg	125	16—19
	пуды	50	6,4—7,6
Дубъ: параллельно къ волокнамъ	kg	86	22—27
	пуды	34	8,8—10,8
Дубъ: перпендикулярно къ волокнамъ	kg	125	22—27
	пуды	50	8,8—10,8

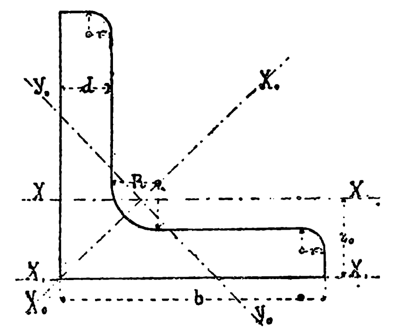
и. Таблица сопротивленія дерева по новѣйшимъ опытамъ Баушингера и Тетмайера.

Родъ сопротивленія.	Килограммы на 1 квадр. сантиметръ.			Пуды на 1 квадр. дюймъ.		
	Коэффиціентъ упругости E	Временное сопротивленіе R	Прочное сопротивленіе K	Коэффиціентъ упругости E	Временное сопротивленіе R	Прочное сопротивленіе K
	Сосновое дерево			Сосновое дерево		
Растяженіе	90000	790	100	35460	310	40
Сжатіе	96000	280	60	37824	110,5	24
Изгибъ	108000	470	70	42552	191	28
Срѣзываніе	—	45	10	—	18	4
	Еловое дерево			Еловое дерево		
Растяженіе	92000	750	60	36248	296	24
Сжатіе	99000	245	50	39006	96	20
Изгибъ	110000	420	50	43340	166	20
Срѣзываніе	—	40	8	—	16	3
	Дубовое дерево			Дубовое дерево		
Растяженіе	108000	965	100	42552	380	40
Сжатіе	103000	345	80	40582	136	32
Изгибъ	100000	600	90	39000	236	36
Срѣзываніе	—	75	20	—	30	8

*) Rigasche Industrie-Zeitung 1899. Jahrg. XXV. Heft 9.

№ 10.

Таблица моментовъ инерціи, моментовъ сопротивленія, собственнаго вѣса и пр. различныхъ профилей прокатнаго желѣза.



Русскій сортаментъ.

1. Равнобокое угловое желѣзо.

X_0 Y_0 главныя оси.

$$R = \frac{d\ min + d\ max}{2}$$

$$r = \frac{R}{2}$$

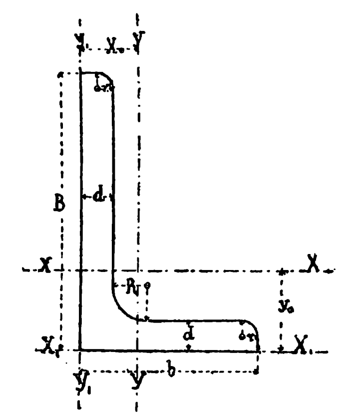
Грани полокъ взаимно параллельны.

№№ профилей.	Размѣры въ миллиметрахъ.				Площадь профили см.²	Вѣсъ погоннаго метра кил.	Разстояніе центра тяжести см.	Моменты инерціи въ см.⁴			
	b	d	R	r	F	g	z_0	J_{x_1}	J_x	J_{x_0}	J_{y_0}
1½	15	3	3,5	1,75	0,82	0,64	0,47	0,338	0,1528	0,2397	0,0659
		4			1,05	0,82	0,51	0,465	0,1897	0,9221	0,0873
2	20	3	3,5	1,75	1,12	0,88	0,60	0,793	0,392	0,6185	0,1651
		4			1,45	1,14	0,64	1,08	0,492	0,771	0,2124
2½	25	3	4	2	1,43	1,12	0,72	1,535	0,798	1,262	0,3333
		4			1,86	1,46	0,76	2,084	1,012	1,597	0,4273
		5			2,27	1,78	0,80	2,646	1,206	1,888	0,5241
3	30	3	4	2	1,73	1,36	0,84	2,654	1,424	2,26	0,590
		4			2,26	1,77	0,88	3,59	1,824	2,884	0,764
		5			2,77	2,17	0,92	4,54	2,183	3,44	0,925
3½	35	4	5	2,5	2,67	2,10	1,00	5,64	2,954	4,68	1,227
		5			3,28	2,57	1,04	7,13	3,564	5,64	1,493
		6			3,87	3,04	1,08	8,65	4,13	6,50	1,754
4	40	4	6	3	3,08	2,42	1,12	8,33	4,47	7,09	1,859
		5			3,79	2,97	1,16	10,54	5,43	8,59	2,263
		6			4,48	3,52	1,20	12,78	6,31	9,98	2,654
		7			5,15	4,04	1,24	15,06	7,14	11,24	3,040
		8			5,80	4,55	1,28	17,37	7,91	12,4	3,434
4½	45	5	6,5	3,25	4,30	3,37	1,28	14,95	7,67	12,48	3,27
		6			5,09	4,00	1,32	18,11	9,19	14,55	3,84
		7			5,86	4,60	1,36	21,31	10,43	16,47	4,39
		8			6,61	5,19	1,40	24,56	11,60	18,25	4,95
5	50	5	7	3,5	4,80	3,77	1,40	20,43	10,96	17,38	4,55
		6			5,69	4,47	1,44	24,74	12,85	20,34	5,35
		7			6,56	5,15	1,48	29,10	14,62	23,10	6,13
		8			7,41	5,82	1,52	33,50	16,28	25,70	6,87
		9			8,24	6,47	1,56	37,96	17,86	28,10	7,63
5½	55	6	8	4	6,31	4,95	1,56	32,7	17,3	27,4	7,19
		7			7,28	5,71	1,60	38,46	19,73	31,2	8,22
		8			8,23	6,46	1,64	44,3	22,04	34,8	9,24
		9			9,16	7,19	1,68	50,2	24,24	38,2	10,25
		10			10,07	7,90	1,72	56,1	26,3	41,4	11,26

Русскій сортаментъ.

Равнобокое угловое желѣзо.

№№ профилей.	Размѣры въ миллиметрахъ.				Площадь профили см.²	Вѣсъ погоннаго метра кил.	Разстояніе центра тяжести см.	Моменты инерціи въ см.⁴			
	b	d	R	r	F	g	z_0	J_{x_1}	J_x	J_{x_0}	J_{y_0}
6	60	6	8	4	**6,91**	**5,42**	1,69	42,5	22,84	36,15	9,53
		7			**7,98**	**6,26**	1,73	49,9	26,05	41,3	10,82
		8			**9,03**	**7,09**	1,77	57,4	29,16	46,15	12,16
		9			**10,06**	**7,90**	1,81	65,0	32,1	50,7	13,5
		10			**11,07**	**8,69**	1,85	72,6	34,9	55,1	14,8
6½	65	6	8	4	**7,51**	**5,89**	1,81	54,0	29,36	46,6	12,14
		7			**8,68**	**6,81**	1,85	63,4	33,6	53,3	13,9
		8			**9,83**	**7,72**	1,89	72,9	37,66	59,7	15,63
		9			**10,96**	**8,60**	1,93	82,5	41,5	65,7	17,34
		10			**12,07**	**9,47**	1,97	92,1	45,2	71,5	19,03
7	70	7	8,5	4,25	**9,39**	**7,37**	1,97	79,0	42,4	67,3	17,53
		8			**10,64**	**8,35**	2,02	90,8	47,6	75,5	19,7
		9			**11,87**	**9,32**	2,06	102,7	52,6	83,3	21,9
		10			**13,08**	**10,27**	2,09	114,7	57,3	90,7	24,0
		13	13	6,5	**16,69**	**13,10**	2,19	149,4	69,5	109,2	29,7
7½	75	8	10	5	**11,47**	**9,00**	2,13	110,9	58,9	93,3	24,4
		9			**12,80**	**10,05**	2,17	125,5	65,1	103,2	27,1
		10			**14,11**	**11,08**	2,21	140,2	71,2	112,7	29,7
		11			**15,40**	**12,09**	2,25	155,0	77,0	121,7	32,3
		12			**16,67**	**13,09**	2,29	170,0	82,6	130,3	34,86
		16	16	8	**21,71**	**17,04**	2,41	227,6	100,9	158,0	43,9
8	80	8	10	5	**12,27**	**9,63**	2,25	134,6	72,5	114,6	30,4
		9			**13,70**	**10,75**	2,30	152,2	79,8	126,9	32,65
		10			**15,11**	**11,86**	2,34	170,0	87,2	138,6	35,8
		11			**16,50**	**12,95**	2,37	187,8	95,1	149,9	40,3
		12			**17,87**	**14,03**	2,41	205,8	102,0	160,7	43,26
9	90	9	11	5,5	**15,52**	**12,18**	2,54	215,9	115,7	183,8	47,7
		10			**17,13**	**13,45**	2,58	241,0	127,0	201,3	52,5
		11			**18,72**	**14,69**	2,62	266,0	137,6	218,0	57,1
		12			**20,29**	**15,93**	2,66	291,5	148,0	234,4	61,4
		13			**21,84**	**17,14**	2,70	317,0	157,8	250,0	65,5
10	100	9	12,5	6,25	**17,36**	**13,63**	2,78	294,5	160,3	255	65,7
		10			**19,17**	**15,05**	2,82	328,7	176,3	280	72,7
		11			**20,96**	**16,45**	2,86	363,0	191,6	304	79,3
		12			**22,73**	**17,84**	2,90	397,6	206,4	327	85,7
		13			**24,48**	**19,22**	2,94	432	220,7	349,6	91,8
		14			**26,21**	**20,57**	2,98	467	234,5	371	97,6
		15			**27,92**	**21,92**	3,02	502	247,7	392	103,1
		16			**29,61**	**23,24**	3,05	538	262	412,5	112,0
12	120	10	13	6,5	**23,18**	**18,20**	3,31	567	313,5	497	130
		12			**27,54**	**21,62**	3,40	685	367	584	150,4
		14			**31,82**	**24,98**	3,48	804	419	666	172
		16			**36,02**	**28,28**	3,55	924	470	743	197,3
14	140	12	14	7	**32,37**	**25,41**	3,89	1086	596	947	245
		14			**37,45**	**29,40**	3,97	1273	683	1084	281,3
		16			**42,45**	**33,32**	4,05	1462	765	1215	315,8
15	150	16	19	9,5	**45,8**	**35,97**	4,27	1779	944	1497	391
		18			**51,1**	**40,15**	4,35	2012	1045	1655	434
		20			**56,4**	**44,26**	4,43	2246	1141	1806	476
		22			**61,5**	**48,31**	4,50	2483	1234	1950	517



Русскій сортаментъ.

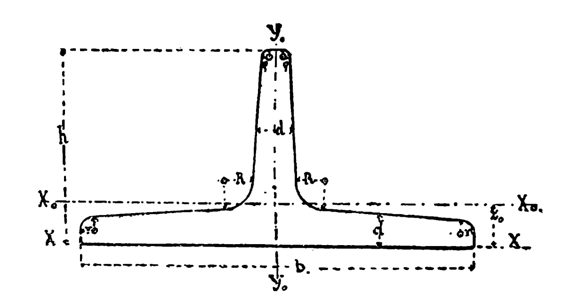
2. Неравнобокое угловое желѣзо.

$$R = \frac{d\,\min + d\,\max}{2}$$

$$r = \frac{R}{2}$$

№№ профилей.	Размѣры въ миллиметрахъ.					Площадь профили см.² F	Вѣсъ погоннаго метра кил. g	Разстояніе центра тяжести въ см.		Моменты инерціи въ см.⁴			
	B	b	d	R	r			x_0	y_0	J_{x_1}	J_{y_1}	J_x	J_y
3/2	30	20	3	3,5	1,75	**1,42**	**1,11**	0,50	0,99	2,66	0,802	1,267	0,447
			4			**1,85**	**1,43**	0,54	1,03	3,58	1,101	1,597	0,561
4/2	40	20	4	4,5	2,25	**2,26**	**1,77**	0,48	1,46	8,41	1,112	3,586	0,593
			5			**2,77**	**2,17**	0,52	1,50	10,57	1,452	4,34	0,706
4,5/3	45	30	4	5	2,5	**2,87**	**2,25**	0,74	1,47	11,95	3,584	5,74	2,03
			6			**4,17**	**3,27**	0,81	1,55	18,16	5,59	8,08	2,83
5/2,5	50	25	5	6	3	**3,54**	**2,78**	0,60	1,82	20,48	2,606	8,74	1,336
			7			**4,80**	**3,77**	0,67	1,91	28,95	4,07	11,52	1,89
6/3	60	30	6	7	3,5	**5,09**	**4,00**	0,72	2,19	42,5	5,62	18,13	2,986
			8			**6,61**	**5,19**	0,80	2,27	57,14	7,95	22,97	3,75
6/4	60	40	6	7	3,5	**5,69**	**4,47**	1,01	1,99	42,6	12,84	20,06	7,07
			8			**7,41**	**5,82**	1,08	2,07	57,3	17,63	25,5	8,91
7,5/5	75	50	6	8	4	**7,21**	**5,66**	1,20	2,43	84,6	24,75	42,2	14,33
			8			**9,43**	**7,40**	1,28	2,51	111,4	33,77	51,9	18,27
			10			**11,57**	**9,08**	1,36	2,59	140,2	43,2	62,5	21,84
8/4	80	40	6	8	4	**6,91**	**5,42**	0,88	2,84	100,6	12,88	44,8	7,52
			8			**9,03**	**7,09**	0,96	2,93	135	17,89	57,5	9,55
			10			**11,07**	**8,69**	1,04	3,01	169,7	23,3	69,1	11,36
9/6	90	60	8	9	4,5	**11,45**	**8,99**	1,48	2,95	192,0	57,6	92,1	32,65
			10			**14,09**	**11,06**	1,56	3,04	241,4	73,4	112,4	39,3
10/5	100	50	8	9	4,5	**11,45**	**8,99**	1,12	3,59	263,3	34,0	116,0	19,53
			10			**14,09**	**11,06**	1,20	3,67	330,6	43,84	140,6	23,42
10/6,5	100	65	8	9	4,5	**12,65**	**9,93**	1,56	3,28	263,5	73,2	127,1	42,5
			10			**15,59**	**12,24**	1,64	3,37	331,0	93,0	154.3	51,2
12/8	120	80	10	11	5,5	**19,13**	**15,02**	1,95	3,92	570	170,7	275,6	98,2
			12			**22,69**	**17,81**	2,03	4,00	686	207,5	323	114,3
13/8,5	130	85	10	12	6	**20,65**	**16,21**	2,02	4,24	723	203,8	351	119,1
			12			**24,51**	**19,24**	2,10	4,32	871	247,6	412	139
			14			**28,29**	**22,21**	2,18	4,41	1020	292,5	470	158
15/7,5	150	75	10	11	5,5	**21,63**	**16,98**	1,61	5,32	1113	142	501	85,8
			12			**25,69**	**20,17**	1,69	5,41	1340	173,6	589	99,9
15/10	150	100	11	13	6,5	**26,47**	**20,80**	2,38	4,84	1222	365	601	215
			13			**30,99**	**24,33**	2,46	4,93	1450	435	697	248,3
			15			**35,43**	**27,81**	2,53	5,01	1678	507	789	280
16/8	160	80	12	13	6,5	**27,54**	**21,62**	1,77	5,72	1620	208,5	719	122
			14			**31,82**	**24,98**	1,85	5,80	1896	247,6	823	138,6

Значенія главныхъ моменговъ инерціи и углы наклоненія главныхъ осей въ оффиціальномъ изданіи сортамента не помѣщены.



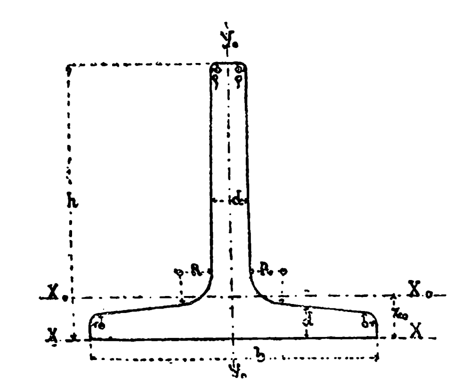
Русскій сортаментъ.

3. Низкое тавровое желѣзо.

$$h = \frac{b}{2}$$
$$R = d$$
$$r = \frac{d}{2}$$
$$\rho = \frac{d}{4}$$

Уклонъ граней ребра 2 %.
„ „ подошвы 4 %.

№№ профилей.	Размѣры въ миллиметрахъ.						Площадь профили см.² F	Вѣсъ погон. метра кил. g	Разст. центра тяжести см. z_0	Моменты инерціи въ см⁴.		
	b	h	d	R	r	ρ				J_x	J_{x_0}	J_{y_0}
5/2,5	50	25	5	5	2,5	1,25	**3,52**	**2,76**	0,59	2,65	**1,407**	4,82
6/3	60	30	6	6	3	1,5	**5,06**	**3,97**	0,71	5,49	**2,92**	9,99
7/3,5	70	35	6	6	3	1,5	**5,95**	**4,67**	0,79	8,48	4,76	15,77
8/4	80	40	7	7	3,5	1,75	**7,92**	**6,22**	0,91	14,82	8,26	27,5
9/4,5	90	45	8	8	4	2	**10,18**	**7,99**	1,03	24,2	**13,4**	44,8
10/5	100	50	6	9	4,5	2,25	**12,72**	**9,99**	1,15	37,4	20,64	69,1
12/6	120	60	10	10	5	2,5	**17,02**	**13,36**	1,34	70,9	40,1	132,2
13/6,5	130	**65**	10	10	5	2,5	**18,50**	**14,52**	1,42	89,0	51,6	167,5
14/7	140	70	12	12	6	3	**23,80**	**18,68**	1,58	135,7	76,1	252,3
16/8	160	80	13	13	6,5	3,25	**29,53**	**23,18**	1,78	217,5	124,1	407,0

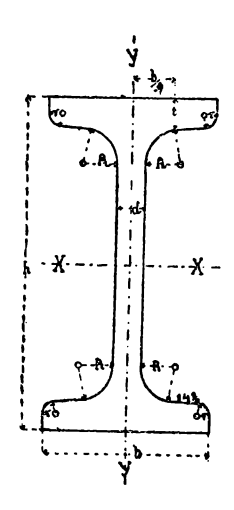


4. Высокое тавровое желѣзо.

$$h = b$$
$$R = d$$
$$r = \frac{d}{2}$$
$$\rho = \frac{d}{4}$$

Уклонъ граней ребра и подошвы 2 %.

№№ профилей.	Размѣры въ миллиметрахъ.						Площадь профили см.² F	Вѣсъ погон. метра кил. g	Разст. центра тяжести см. z_0	Моменты инерціи въ см⁴.		
	b	h	d	R	r	ρ				J_x	J_{x_0}	J_{y_0}
2,5/2,5	25	25	3,5	3,5	**1,75**	0,87	**1,64**	**1,20**	**0,72**	1,71	0,863	0,439
3,5/3,5	35	35	4,5	4,5	2,25	1,12	**2,96**	**2,32**	0,99	5,98	3,08	1,545
4,5/4,5	45	45	5,5	5,5	2,75	1,37	**4,67**	**3,67**	1,26	15,44	8,05	4,01
5/5	50	50	6	6	3	1,5	**5,66**	**4,44**	1,38	23,06	12,2	5,99
7/7	70	70	8	8	4	2	**10,59**	8,31	1,93	83,9	44,3	21,9
8/8	80	80	9	9	4,5	2,25	**13,63**	**10,67**	2,20	140,6	74,6	36,8
9/9	90	90	10	10	5	2,5	**17,05**	**13,38**	2,47	222	118	58,2



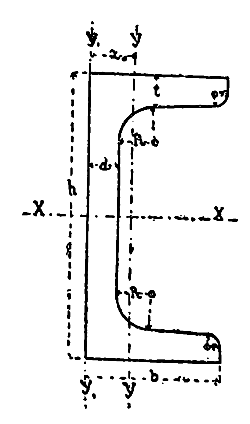
Русскій сортаментъ.

5. Двутавровое желѣзо.

$b = 0{,}32h + 25$ мм.
$d = 0{,}03h + 1{,}5$ мм.
$t = 1{,}4\,d$
$R = d$
$r = 0{,}6\,d$

Уклонъ внутреннихъ граней полокъ 14%.

№№ профилей.	Размѣры въ миллиметрахъ.						Площадь профили см.² F	Вѣсъ погон. метра кил. g	Моменты инерціи въ см.⁴		Моменты сопротивленія въ см.³	
	h	b	d	t	R	r			J_x	J_y	W_x	W_y
8	80	50,6	3,9	5,5	3,9	2,3	8,16	6,406	86,3	9,71	21,6	3,84
10	100	57,0	4,5	6,3	4,5	2,7	11,03	8,659	180,4	16,1	36,1	5,65
12	120	63,4	5,1	7,1	5,1	3,1	14,34	11,257	334,4	25,2	55,7	7,95
14	140	69,8	5,7	7,9	5,7	3,4	18,08	14,193	569	37,7	81,3	10,8
16	160	76,2	6,3	8,8	6,3	3,8	22,26	17,474	909	54,3	113,6	14,26
18	180	82,6	6,9	9,6	6,9	4,1	26,87	21,093	1381	75,9	153,4	18,4
20	200	89,0	7,5	10,4	7,5	4,5	31,91	25,049	2014	103,4	201,4	23,24
22	220	95,4	8,1	11,3	8,1	4,9	37,38	29,343	2843	137,5	258,5	28,83
24	240	101,8	8,7	12,1	8,7	5,2	43,29	33,983	3903	180	325	35,36
26	260	108,2	9,3	13	9,3	5,6	49,63	38,960	5234	231	403	42,75
28	280	114,6	9,9	13,9	9,9	5,9	56,40	44,274	6878	293	491	51,1
30	300	121,0	10,5	14,7	10,5	6,3	63,61	49,934	8881	366	592	60,5
32	320	127,4	11,1	15,5	11,1	6,7	71,25	55,931	11292	542	706	70,9
34	340	133,8	11,7	16,4	11,7	7	79,32	62,266	14161	552	833	82,5
36	360	140,2	12,3	17,2	12,3	7,4	87,82	68,939	17544	668	975	95,3
38	380	146,6	12,9	18	12,9	7,7	96,76	75,956	21499	801	1132	109,3
40	400	153,0	13,5	18,9	13,5	8,1	106,13	83,312	26087	954	1304	124,7



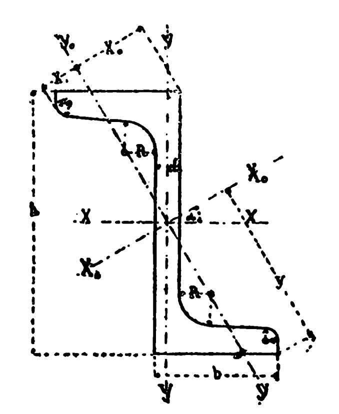
Русскій сортаментъ.

6. Корытное желѣзо.

b = 0,25h + 25 мм.
d = 0,025h + 4 мм. при h < 100 мм.
d = 0,025h + 3,5 мм. при h ≧ 100 мм.
t = 1,5d
R = t
$r = \frac{t}{2}$

Уклонъ внутреннихъ граней полокъ 8⁰/₀.

№№ профилей.	Размѣры въ миллиметрахъ.						Площадь профили см².	Вѣсъ погон. метра кил.	Разст. центра тяжести см.	Моменты инерціи въ см.⁴			Моменты сопротивленія см.³	
	h	b	d	t	R	r	F	g	z_0	J_{y_1}	J_x	J_y	W_x	W_y
5	50	38	5	7,5	7,5	3,75	**7**,47	**5**,86	1,41	24,2	27,57	9,44	11,03	3,942
6½	65	42	5,5	8	8	4	**9**,62	**7**,55	1,43	34,8	59,9	14,98	18,43	5,42
8	80	45	6	9	9	4,5	**11**,85	**9**,30	1,53	48,4	113,9	20,9	28,5	7,02
10	100	50	6	9	9	4,5	**31**,92	**10**,93	1,60	65,6	213,2	30,16	42,65	8,86
12	120	55	6,5	9,5	9,5	4,75	**17**,26	**13**,55	1,65	92,0	371,6	44,9	61,9	11,67
14	140	60	7	10,5	10,5	5,25	**20**,92	**16**,42	1,80	132,2	624	64,5	89,2	15,35
16	160	65	7,5	11	11	5,5	**24**,92	**18**,56	1,86	175,6	954	89,0	119,2	19,2
18	180	70	8	12	12	6	**29**,26	**22**,97	2,01	239,6	1433	121	159,2	24,26
20	200	75	8,5	12,5	12,5	6,25	**33**,93	**26**,64	2,08	206	2018	159,2	202	29,4
22	220	80	9	13,5	13,5	6,75	**38**,94	**30**,57	2,23	402	2831	207,8	257,3	36,0
24	240	85	9,5	14	14	7	**44**,28	**34**,76	2,30	499	3773	264	314,4	42,6
26	260	90	10	15	15	7,5	**49**,95	**39**,21	2,45	635	5045	334	388	51,0
28	280	95	10,5	15,5	15,5	7,75	**55**,96	**43**,93	2,53	771	6472	413	462	59,2
30	300	100	11	16,5	16,5	8,25	**62**,30	**48**,91	2,68	957	8361	510	557	69,7



Русскій сортаментъ.

З е т о в о е ж е л ѣ з о.

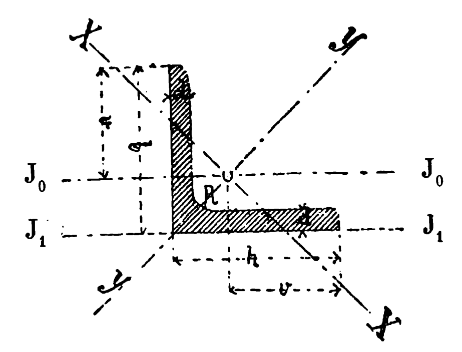
$b = 0{,}25\,h + 30$ мм.
$d = 0{,}035\,h + 3$ мм.
$t = 1{,}5\,d$
$R = t$
$r = \frac{t}{2}$

Грани полокъ взаимно параллельны.

№№ профилей.	Размѣры въ миллиметрахъ.						Площадь профили см.² F	Вѣсъ погоннаго метра кил. g	Моменты инерціи въ см.⁴				Разстояніе наиболѣе удаленныхъ точекъ профили отъ главныхъ осей. въ см.			Уголъ наклоненія оси X_0 къ оси XX α
	h	b	d	t	R	r			J_x	J_y	J_{x_0}	J_{y_0}	x_1	x_2	y	
4	40	40	4,5	6,5	6,5	3,25	**6,55**	**5,14**	15,24	22,74	26,5	11,53	1,85	0,59	4,27	60°5′
6	60	45	5	7,5	7,5	3,75	**9,18**	**7,21**	50,0	37,4	62,0	25,37	1,93	2,04	4,90	35°0′
8	80	50	6	8,5	8,5	4,25	**12,51**	**9,82**	120,3	57,4	135,6	42,1	1,89	2,89	5,56	23°51′
10	100	55	6,5	9,5	9,5	4,75	**16,01**	**12,57**	241,1	85,6	262,4	64,4	1,94	3,43	6,42	19°7′
12	120	60	7	10,5	10,5	5,25	**19,89**	**15,61**	431,5	123,1	456,9	97,7	1,93	4,01	7,29	15°26′
14	140	65	8	11,5	11,5	5,75	**24,74**	**19,42**	719	169,8	759	130,7	2,13	4,32	8,30	14°27′
16	160	70	8,5	12,5	12,5	6,25	**29,48**	**23,14**	1119	231	1172	178,6	2,25	4,72	9,30	13°17′
18	180	75	9	13,5	13,5	6,75	**34,61**	**27,17**	1662	307,5	1731	238,4	2,38	5,11	10,31	12°26′
20	200	80	10	15	15	7,5	**41,72**	**32,75**	2448	411,2	2535	324	2,48	5,53	11,29	11°28′
25	250	90	12	18	18	9	**59,02**	**46,33**	5306	693	5441	558	2,67	6,37	13,89	6°34′

№ 11.

Таблицы моментовъ инерціи, моментовъ сопротивленія и собственнаго вѣса различныхъ профилей прокатнаго желѣза.



Германскій сортаментъ.

1. Равнобокое угловое желѣзо.

$d_{min} = 0{,}1\ b$ для $b \leqq 100$ mm

$d_{min} = {}^1/_{11}\ b$ для $b \geqq 100$ mm

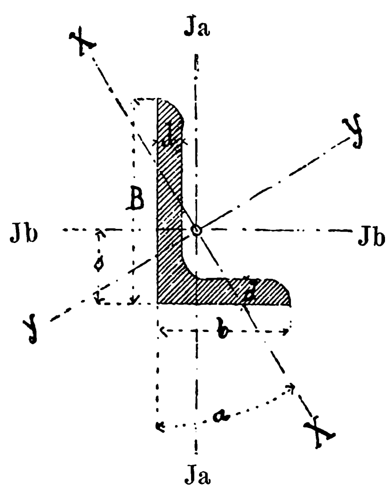
$$R = \frac{d_{min} + d_{max}}{2} \text{ и } r = \frac{R}{2}$$

Нормальная длина 4—8 m; наибольшая длина 12 m.

№ профиля	Ширина b mm	Толщина d mm	Площадь F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра kg	Разстояніе центра тяжести v cm	Моментъ инерціи J_y cm⁴	Моментъ сопротивл. W_y cm³	Моментъ инерціи J_x cm⁴	Моментъ сопротивл. W_x cm³	Моментъ инерціи J_1 cm⁴	Моментъ инерціи J_0 cm⁴
1¹/2	15	3	0,82	0,64	1,02	0,24	0,23	0,06	0,08	0.33	0,15
		4	1,05	0,82	0,99	0,29	0,28	0,08	0,10	0,46	0,18
2	20	3	1,12	0,87	1,40	0,62	0,44	0,15	0,17	0,78	0,38
		4	1,45	1,13	1,36	0,77	0,55	0,19	0,21	1,07	0,48
2¹/2	25	3	1,42	1,11	1,77	1,27	0,72	0,31	0,30	1,53	0,79
		4	1,85	1,44	1,74	1,61	0,91	0,40	0,37	2,08	1,0
3	30	4	2,27	1,77	2,11	2,85	1,35	0,76	0,61	3,5	1,80
		6	3,27	2,55	2,04	3,91	1,84	1,06	0,78	5,5	2,48
3¹/2	35	4	2,67	2,08	2,50	4,68	1,90	1,24	0,88	5,6	2,96
		6	3,87	3,02	2,42	6,50	2,63	1,77	1,15	8,6	4,13
4	40	4	3,08	2,40	2,88	7,09	2,50	1,86	1,17	8,3	4,47
		6	4,48	3.49	2,80	9,98	3,52	2,67	1,57	12,8	6,35
		8	5,80	4,52	2,72	12,4	4,38	3,38	1,81	17,4	7,90
4¹/2	45	5	4,30	3,36	3,22	12,4	4,91	3,25	1,80	14,9	7,85
		7	5,86	4,57	3,14	16,4	5,16	4,39	2,28	21,2	10,4
		9	7,34	5,73	3,06	19,8	6,24	5,40	2,65	27,8	12,6
5	50	5	4,80	3,75	3,60	17,4	4,91	4,59	2,32	20,4	11,0
		7	6,56	5,12	3,51	23,1	6,53	6,02	2,85	29,0	14,5
		9	8,24	6,43	3,44	28,1	7,94	7,67	3,47	38,0	17,9
5¹/2	55	6	6,31	4,92	3,94	27,4	7,04	7,24	3,27	32,8	17,3
		8	8,23	6,42	3,86	34,8	8,96	9,35	4,03	44,2	22,1
		10	10,07	7,85	3,78	41,4	10,64	11,27	4,64	56,0	26,3
6	60	6	6,91	5,39	4,31	36,1	8,51	9,43	3,95	42,5	22,7
		8	9,03	7,04	4,23	46,1	10,9	12,1	4,85	57,5	29,1
		10	11,07	8,63	4,15	55,1	13	14,6	5,58	72,8	34,8
6¹/2	65	7	8,70	6,79	4,65	53,0	11,5	3,8	5,25	63	33,4
		9	10,98	8,56	4,57	65,4	14,2	17,2	6,31	82	41,3
		11	13,17	10,30	4,50	76,8	16,7	20,7	7,30	101	48,7

№ профили	Ширина b mm	Толщина d mm	Площадь F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра kg	Разстояніе центра тяжести v cm	Моментъ инерціи J_y cm⁴	Моментъ сопротивл. W_y cm³	Моментъ инерціи J_x cm⁴	Моментъ сопротивл. W_x cm³	Моментъ инерціи J_1 cm⁴	Моментъ инерціи J_0 cm⁴
		7	9,4	7,33	5,03	67,1	13,6	17,6	6,29	79	42,3
7	70	9	11,9	9,26	4,95	83,1	16,8	22	7,57	102	52,5
		11	14,3	11,13	4,87	97,6	19,7	26	8,65	126	62,0
		8	11,5	8,94	5,37	93,3	17,6	24,4	8,11	111	59,0
7½	75	10	14,1	11,00	5,29	113	21,3	29,8	9,54	140	71,0
		12	16,7	13,00	5,21	130	24,6	34,7	10,71	170	82,5
		8	12,3	9,57	5,74	115	20,3	29,6	9,25	135	72,0
8	80	10	15	11,78	5,66	139	24,5	35,9	10,8	170	87,5
		12	17,9	13,94	5,59	161	28,4	43	12,6	206	102
		9	15,5	12,1	6,46	184	28,9	47,8	13,3	216	116
9	90	11	18,7	14,6	6,38	218	34,3	57,1	15,4	266	138
		13	21,8	17	6,30	250	39,3	65,9	17,3	317	158
		10	19,2	14,9	7,18	280	39,7	73,3	18,4	329	177
10	100	12	22,7	17,7	7,10	328	46,3	86,2	21,0	398	207
		14	26,2	20,4	7,02	372	52,6	98,3	23,4	468	235
		10	21,2	16,5	7,93	379	48,7	98,6	22,7	483	239
11	110	12	25,1	19,6	7,85	444	57,1	116	26,1	529	280
		14	29	22,6	7,79	505	64,8	133	29,2	621	319
		11	25,4	19,8	8,64	541	63,8	140	29,4	626	340
12	120	13	29,7	23,2	8,56	625	73,7	162	33,4	745	393
		15	33,9	26,5	8,49	705	83,2	186	37,5	864	445
		12	30	23,4	9,36	750	81,6	194	37,8	869	472
13	130	14	34,7	27	9,28	857	93,3	223	42,4	1020	540
		16	39,3	30,6	9,20	959	104	251	46,7	1171	604
		13	35	27,3	10.08	1014	102	262	47,3	1175	638
14	140	15	40	31,2	10,00	1148	116	298	52,6	1363	723
		17	45	35,1	9,92	1276	129	334	58,0	1554	805
		14	40,3	31,4	10,8	1343	127	347	58,3	1559	845
15	150	16	45,7	35,7	10,7	1507	142	391	64,4	1790	949
		18	51	39,9	10,6	1665	157	433	71,1	2023	1052
		15	46,1	35,9	11,5	1745	154	453	71,3	2027	1099
16	160	17	51,8	40,4	11,4	1945	172	506	78,4	2308	1225
		19	57,5	44,9	11,4	2137	189	558	84,8	2590	1348

Примѣчаніе. Чтобы получить вѣсъ одного погоннаво фута въ русскихъ фунтахъ, слѣдуетъ помножить цифры таблицы на 0,744.



Германскій сортаментъ.

2. Неравнобокое угловое желѣзо.

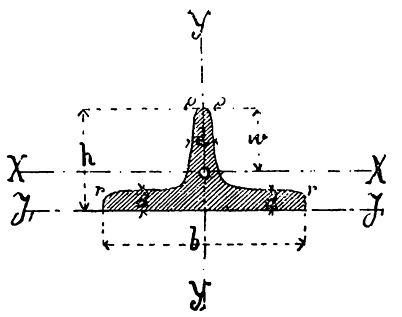
$$d_{min} = \frac{b + B}{20}$$

$$R = \frac{d_{min} + d_{max}}{2}$$

$$r = \frac{R}{2}$$

Нормальная длина 4—8 m; наибольшая длина 12 m.

Отношеніе	№ профили	Ширина b mm	Ширина B mm	Толщина d mm	Площадь F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра kg	Разстоянія центра тяжести s cm	s_1 cm	tg α	Моменты инерціи J_y cm⁴	сопротивленія W_y cm³	инерціи J_x cm⁴	сопротивленія W_x cm³	инерціи J_b cm⁴	инерціи J_a cm⁴
B : b = 3 : 2	2/3	20	30	3	1,42	1,11	0,99	0,49	0,407	1,42	0,70	0,28	0,26	1,25	0,45
				4	1,85	1,44	1,03	0,54	0,382	1,82	0,90	0,33	0,32	1,60	0,55
	3/4½	30	45	4	2,87	2,24	1,48	0,74	0,421	6,63	2,17	1,19	0,75	5,77	2,05
				5	3,53	2,75	1,52	0,78	0,400	8,01	2,63	1,44	0,91	6,99	2,46
	4/6	40	60	5	4,79	3,74	1,95	0,97	0,426	19,8	4,82	3,66	1,73	17,3	6,20
				7	6,55	5,11	2,04	1,05	0,400	26,3	6,47	4,63	2,0	22,8	8,10
	5/7½	50	75	7	8,33	6,5	2,47	1,24	0,417	53,1	10,4	9,58	3,66	46,3	16,4
				9	10,5	8,2	2,56	1,32	0,398	65,4	12,9	11,9	4,56	57,2	20,1
	6½/10	65	100	9	14,2	11,0	3,31	1,59	0,399	160	23,7	26,8	7,73	140	46,6
				11	17,1	13,3	3,40	1,67	0,384	189	28,1	32,9	9,54	167	55,3
	8/12	80	120	10	19,1	14,9	3,92	1,95	0,425	317	38,7	56,8	13,4	276	97,9
				12	22,7	17,7	4,00	2,02	0,412	370	45,4	67,5	16	323	115
	10/15	100	150	12	28,7	22,4	4,89	2,42	0,426	747	73,0	134	25,4	649	232
				14	33,2	25,9	4,97	2,30	0,418	854	83,8	153	29	744	263
B : b = 2 : 1	2/4	20	40	3	1,72	1,34	1,43	0,44	0,252	2,96	1,14	0,31	0,26	2,81	0,45
				4	2,25	1,76	1,47	0,48	0,231	3,78	1,47	0,40	0,34	3,58	0,60
	3/6	30	60	5	4,29	3,35	2,15	0,68	0,242	16,5	4,22	1,71	0,96	15,6	2,61
				7	5,85	4,56	2,24	0,76	0,215	21,8	5,69	2,28	1,31	20,6	3,42
	4/8	40	80	6	6,89	5,37	2,85	0,88	0,249	47,6	9,14	4,09	2,10	44,9	7,66
				8	9,01	7,03	2,94	0,96	0,229	60,8	11,8	6,41	2,73	57,5	9,70
	5/10	50	100	8	11,0	8,93	3,59	1,12	0,246	123	18,9	12,8	4,31	116	19,6
				10	14,1	11	3,47	1,20	0,231	150	23,3	17,6	4,93	141	23,5
	6½/13	65	130	10	18,6	14,5	4,65	1,45	0,241	339	40,2	35,4	9,16	320	54,4
				12	22,1	17,2	4,75	1,53	0,236	395	47,2	41,3	10,8	374	62,8
	8/16	80	160	12	27,5	21,5	5,72	1,77	0,249	762	73,4	79,4	16,7	719	122
				14	31,8	24,8	5,81	1,85	0,240	875	84,8	86,0	18,5	822	139
	10/20	100	200	14	40,3	31,4	7,12	2,18	0,252	1754	135	182	30,6	1654	282
				16	45,7	35,6	7,20	2,26	0,246	1973	252	205	34,5	1863	315



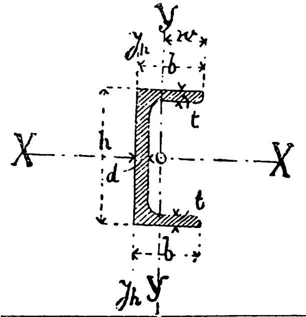
Германскій сортаментъ.

3. Желѣзо T (тавровое).

$d = 0{,}15\,h + 1$ mm; $R = d$; $r = \frac{R}{2}$; $E = \frac{R}{4}$.

Уклонъ подошвы = 20%.
Уклонъ стѣнки = 4% у тавроваго желѣза съ широкою подошвою.
Уклонъ стѣнки = 2% у тавроваго желѣза съ высокою вертикальною стѣнкою.
Нормальная длина 4—8 m; наибольшая длина 12 m.

Отношеніе	№ профили	Ширина b mm	Высота h mm	Толщина d mm	Площадь F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра kg	Разстояніе центра тяжести w cm	Моменты: инерціи J_y cm⁴	сопротивленія W_y cm³	инерціи J_x cm⁴	сопротивленія W_x cm³	инерціи J_1 cm⁴
Тавровое желѣзо съ широкою подошвою b : h = 2 : 1.	6 : 3	60	30	5,5	4,64	3,62	2,33	8,62	2,87	2,58	1,11	4,69
	7 : 3½	70	35	6	5,94	4,63	2,73	15,1	4,32	4,49	1,65	8,00
	8 : 4	80	40	7	7,91	6,17	3,12	28,5	7,13	7,81	2,50	13,9
	9 : 4½	90	45	8	10,2	7,93	3,50	46,1	10,2	12,7	3,64	22,9
	10 : 5	100	50	8,5	12	9,38	3,91	67,7	13,5	18,7	4,78	33,0
	12 : 6	120	60	10	17,0	13,2	4,70	137	22,8	38,0	8,09	66,5
	14 : 7	140	70	11,5	22,8	17,8	5,49	258	36,9	68,9	12,6	121
	16 : 8	160	80	13	29,5	23,0	6,28	422	52,8	117	18,6	204
	18 : 9	180	90	14,5	37,0	28,8	7,07	670	74,4	185	26,1	323
	20 : 10	200	100	16	45,4	35,4	7,86	1000	100	277	35,1	486
Тавровое желѣзо съ высокою вертикальною стѣнкою b : h = 1 : 1.	2 : 2	20	20	3	1,12	0,87	1,42	0,38	0,27	0,20	0,20	0,76
	2½ : 2½	25	25	3,5	1,64	1,28	1,77	0,87	0,49	0,43	0,34	1,74
	3 : 3	30	30	4	2,26	1,76	2,15	1,72	0,80	0,87	0,58	3,35
	3½ : 3½	35	35	4,5	2,97	2,32	2,51	3,10	1,23	1,57	0,90	6,01
	4 : 4	40	40	5	3,77	2,94	2,88	5,28	1,84	2,58	1,29	10,0
	4½ : 4½	45	45	5,5	4,67	3,64	3,24	8,13	2,51	4,01	1,78	15,5
	5 : 5	50	50	6	5,66	4,42	3,61	12,10	3,36	6,06	2,42	23,0
	6 : 6	60	60	7	7,94	6,19	4,34	23,8	5,48	12,2	4,05	45,7
	7 : 7	70	70	8	10,6	8,27	5,06	44,5	8,79	22,1	6,32	84,4
	8 : 8	80	80	9	13,3	10,6	5,78	73,7	12,8	37,0	9,25	141
	9 : 9	90	90	10	17,1	13,3	6,52	119	18,2	58,5	13,0	224
	10 : 10	100	100	11	20,9	16,3	7,26	179	24,6	88,3	17,7	336
	12 : 12	120	120	13	29,6	23,1	8,72	366	42,0	178	29,7	684
	14 : 14	140	140	15	39,9	31,1	10,02	660	67,7	330	47,2	1236



4. Корытное, корытообразное или швеллерное желѣзо.

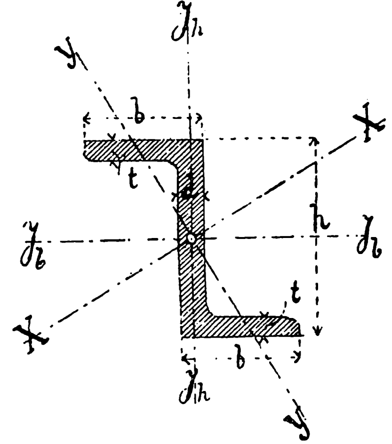
Германскій сортаментъ.

$b = 0{,}25\ h + 25$ mm
$d = 0{,}02\ h + 4{,}3$ mm
$t = 1{,}4\ d$
$R = t$
$r = \frac{t}{2}$

Уклонъ горизонтальной полки = 8%

Нормальная длина 4—8 m; наибольшая длина 12 m.

№ профили	Высота h mm	Ширина b mm	Толщина d mm	Толщина t mm	Площадь F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра kg	Разстояніе центра тяжести w cm	Моменты инерціи J_x cm⁴	Моменты сопротивленія W_x cm³	Моменты инерціи J_y cm⁴	Моменты сопротивленія W_y cm³	Моменты сопротивленія J_h cm⁴
3	30	33	5	7	5,44	4,24	1,99	6,39	4,26	5,33	2,68	14,7
4	40	35	5	7	6,21	4,85	2,17	14,1	7,1	6,68	3,08	17,7
5	50	38	5	7	7,42	5,55	2,43	26,4	10,6	9,12	3,75	22,5
6½	65	42	5,5	7,5	9,03	7,05	2,78	57,5	17,7	14,1	5,06	32,3
8	80	45	6	8	11,0	8,6	3,05	106	26,5	19,4	6,37	43,2
10	100	50	6	8,5	13,5	10,5	3,45	206	41,1	29,3	8,5	61,7
12	120	55	7	9	17,0	13,3	3,90	364	60,7	43,2	11,1	86,7
14	140	60	7	10	20,4	15,9	4,25	605	86,4	62,7	14,8	125
16	160	65	7,5	10,5	24,0	18,7	4,66	925	116	85,3	18,3	166
18	180	70	8	11	28,0	21,8	5,08	1354	150	114	22,4	217
20	200	75	8,5	11,5	32,2	25,1	5,49	1911	191	148	27	278
22	220	80	9	12,5	37,4	29,2	5,86	2690	245	197	33,6	368
24	240	85	9,5	13	42,3	33	6,24	3598	300	248	39,6	458
26	260	90	10	14	48,3	37,7	6,64	4823	371	317	47,8	586
28	280	95	10	15	53,3	41,6	6,97	6276	450	399	57,2	740
30	300	100	10	16	58,8	45,8	7, 3	8026	535	495	67,8	924



5. Желѣзо Z или зетовое желѣзо.

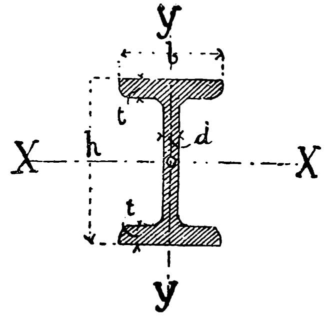
Германскій сортаментъ.

$b = 0{,}25\ h + 30$ mm
$d = 0{,}035\ h + 3$ mm
$t = 0{,}05\ h + 3$ mm

$R = t$
$r = \frac{t}{2}$

Нормальная длина 4—8 m; наибольшая длина 12 m.

№ профили	Высота h mm	Ширина b mm	Толщина d mm	Толщина t mm	Площадь F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра kg	tgα	Моменты инерціи J_x cm⁴	Моменты сопротивленія W_x cm³	Моменты инерціи J_y cm⁴	Моменты сопротивленія W_y cm³	Моменты инерціи J_b cm⁴	Моменты инерціи J_h cm⁴
3	30	38	4	4,5	4,32	3,37	1,69	18,1	4,69	1,54	1,1	5,94	13,7
4	40	40	4,5	5	5,43	4,23	1,20	28,0	5,72	3,05	1,83	13,40	17,6
5	50	43	5	5,5	6 77	5,28	0,96	44,9	9,76	5,23	2,76	25,7	24,4
6	60	45	5	6	7,91	6,17	0,80	67,2	13,5	7,60	3,73	44	30,8
8	80	50	6	7	10,1	8,67	0,61	142	24,4	14,7	6,44	108	48,7
10	100	55	6,5	8	14,5	11,3	0,52	270	39,8	24,6	9,26	220	74,5
12	120	60	7	9	18,2	14,2	0,46	470	60,6	37,7	12,5	400	108
14	140	65	8	10	22,9	17,9	0,42	768	88	56,4	16,6	671	154
16	160	70	8,5	11	27,5	21,5	0,39	1184	120	79,5	21,4	1055	209
18	180	75	9,5	12	33,3	26,9	0,37	1759	164	110	27	1594	275
20	200	80	10	13	38,7	30,2	0,36	2509	213	147	33,4	2289	367



6. Желѣзо двутавровое.

Германскій сортаментъ.

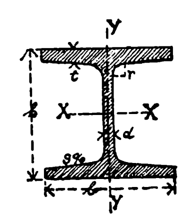
$h < 250$ mm: $\begin{cases} b = 0{,}4\,h + 10 \text{ mm} \\ d = 0{,}03\,h + 1{,}5 \text{ mm} \end{cases}$ $h > 250$ mm: $\begin{cases} b = 0{,}3\,h + 35 \text{ mm} \\ d = 0{,}036\,h \end{cases}$

$t = 1{,}5\,d$; $R = d$; $r = 0{,}6\,d$

Уклонъ внутреннихъ граней полокъ = 14%.

Нормальная длина 4—10 m; наибольшая длина 14 m.

№ профили	Высота h	Ширина b	Толщина		Площадь F	Вѣсъ одного погоннаго метра	Моменты			
			d	t			инерціи J_x	сопротивленія W_x	инерціи J_y	сопротивленія W_y
	mm	mm	mm	mm	qcm	kg	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3
8	80	42	3,9	5,9	7,57	5,91	77,7	19,4	7,28	3,99
9	90	46	4,2	6,3	8,99	7,02	117	25,9	8,76	3,81
10	100	50	4,5	6,8	10,6	8,28	170	34,1	12,2	4,86
11	110	54	4,8	7,2	12,3	9,59	238	43,3	16,2	5,99
12	120	58	5,1	7,7	14,2	11,1	327	54,5	21,4	7,38
13	130	62	5,4	8,1	16,1	12,6	435	67,0	27,4	8,85
14	140	66	5,7	8,6	18,2	14,2	572	81,7	35,2	10,7
15	150	70	6,0	9,0	20,4	15,9	734	97,9	43,7	12,5
16	160	74	6,3	9,5	22,8	17,8	933	117	54,5	14,7
17	170	78	6,6	9,9	25,2	19,7	1165	137	66,5	17,1
18	180	82	6,9	10,4	27,9	21,7	1444	161	81,3	19,8
19	190	86	7,2	10,8	30,5	23,8	1759	185	97,2	22,6
20	200	90	7,5	11,3	33,4	26,1	2139	214	117	25,9
21	210	94	7,8	11,7	36,3	28,3	2558	244	137	29,3
22	220	98	8,1	12,2	39,5	30,8	3055	278	163	33,3
23	230	102	8,4	12,6	42,6	33,4	3605	314	188	36,9
24	240	106	8,7	13,1	46,1	35,9	4239	353	220	41,6
25	250	110	9,0	13,6	49,7	38,7	4954	396	255	46,4
26	260	113	9,4	14,1	53,3	41,6	5735	441	287	50,6
27	270	116	9,7	14,7	57,1	44,5	6623	491	325	56,0
28	280	119	10,1	15,2	61,0	47,6	7575	541	363	60,8
29	290	122	10,4	15,7	64,8	50,6	8619	594	403	66,1
30	300	125	10,8	16,2	69,0	53,8	9785	652	449	71,9
32	320	131	11,5	17,3	77,7	60,6	12493	781	554	84,6
34	340	137	12,2	18,3	86,7	67,6	15670	922	672	98,1
36	360	143	13	19,5	97,0	75,7	19576	1088	817	114
38	380	149	13,7	20,5	107,0	83,4	23978	1262	972	131
40	400	155	14,4	21,6	118,0	91,8	29173	1459	1160	150
42½	425	163	15,3	23,0	132,0	103,9	36956	1739	1433	176
45	450	170	16,2	24,3	147,0	115,0	45888	2040	1722	203
47½	475	178	17,1	25,6	163,0	127,0	56410	2375	2084	234
50	500	185	18,0	27,0	179,0	140,0	68736	2750	2470	267
55	550	200	19,0	30,0	212,0	166,0	99054	3602	3486	349



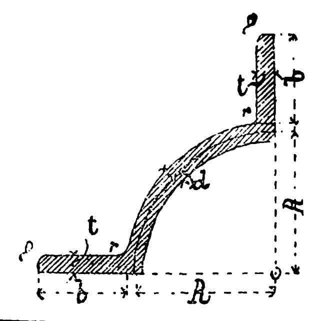
6a. Желѣзо двутавровое съ широкими полками.

(Breitflanschige Differdinger I - Träger).

Уклонъ внутреннихъ граней полокъ = 9⁰/₀.

r = d

№ профиля.	Высота h	Ширина b	Толщина		Площадь F	Вѣсъ одного погоннаго метра	Моменты				$\frac{W_x}{W_y}$
							инерціи	сопротивленія	инерціи	сопротивленія	
			d	t			J_x	W_x	J_y	W_y	
	mm	mm	mm	mm	qcm	kg	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3	
18B	180	180	8,5	12,9	59,9	47,0	3512	1073	390	119	3,28
20B	200	200	8,5	13,8	70,4	55,3	5171	1568	517	157	3,32
22B	220	220	9	14,7	82,6	64,8	7379	2216	671	201	3,34
24B	240	240	10	15,7	96,8	76,0	10260	3043	855	254	3,37
25B	250	250	10,5	16,3	105,1	82,5	12066	3575	965	286	3,45
26B	260	260	11	17,3	115,6	90,7	14352	4261	1104	328	3,36
27B	270	270	11,3	17,8	123,2	96,7	16529	4920	1224	365	3,35
28B	280	280	11,5	18,4	131,8	103,4	19052	5671	1361	405	3,36
29B	290	290	12	19	141,1	110,8	21866	6417	1508	443	3,40
30B	300	300	12,5	20,3	152,1	119,4	25201	7494	1680	500	3,36
32B	320	300	13	20,6	160,7	126,2	30119	7867	1882	524	3,59
34B	340	300	13,4	21,1	167,4	131,4	35241	8097	2073	540	3,84
36B	360	300	14,2	22,6	181,5	142,5	42479	8793	2360	586	4,03
38B	380	300	14,8	23,4	191,2	150,1	49496	9175	2605	612	4,28
40B	400	300	15,5	24,6	203,6	159,8	57834	9721	2892	648	4,46
42½B	425	300	16	25,4	213,9	167,9	68249	10078	3212	672	4,78
45B	450	300	17	26,7	229,3	180,0	80887	10668	3595	711	5,06
47½B	475	300	17,6	27,7	242,0	190,0	94811	11142	3992	743	5,37
50B	500	300	19,4	28,9	261,8	205,5	111283	11718	4451	781	5,70
55B	550	300	20,6	30,8	288,0	226,1	145957	12582	5308	839	6,33
60B	600	300	20,8	31	300,6	236,0	179303	12672	5977	845	7,08
65B	650	300	21,1	31,3	314,5	246,9	217402	12814	6690	854	7,83
70B	700	300	21,1	31,3	325,2	255,3	258106	12818	7374	854	8,63
75B	750	300	21,1	31,3	335,7	263,5	302560	12823	8068	855	9,44

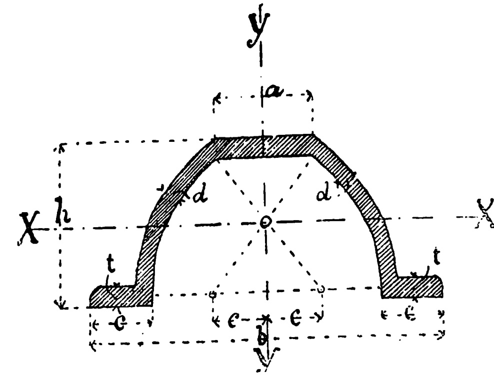


7. Квадрантное желѣзо.

Германскій сортаментъ.

$b = 0{,}2\ R + 25$ mm
$r = 0{,}12\ R$
$\rho = 0{,}06\ R$
Нормальная длина 4—8 m; наибольшая длина 12 m.

№ профили.	Радіусъ R mm	Ширина b mm	Толщина d mm	Толщина t mm	Площадь F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра полной трубы kg	Полная труба. Моментъ инерціи относительно каждой оси J cm⁴	Наибольшій моментъ сопротивленія относительно оси ZZ W_{max} cm³	Наименьшій моментъ сопротивленія относительно оси XX или YY W_{min} cm³
5	50	35	4	6	29,8	23,3	576	89,3	66,2
5	50	35	8	8	48,0	37,4	906	135	102
7½	75	40	6	8	54,9	42,8	2068	237	175
7½	75	40	10	10	80,2	62,5	2982	331	248
10	100	45	8	10	88,1	68,7	5511	501	370
10	100	45	12	12	120,4	94,0	7478	663	495
12½	125	50	10	12	129,3	101,0	12161	917	676
12½	125	50	14	14	168,8	131,6	15788	1165	867
15	150	55	12	14	178,9	139,6	23637	1515	1120
15	150	55	18	17	248,1	194,0	32738	2051	1530



8. Желѣзо Зоре.

Германскій сортаментъ.

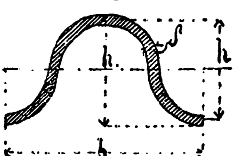
Нормальная длина 4—8 m; наибольшая длина 12 m.

№ профили	Высота h mm	Ширина b mm	Ширина a mm	Ширина c mm	Толщина t mm	Толщина d mm	Площадь F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра kg	Моменты: инерціи J_y cm⁴	сопротивленія W_y cm³	инерціи J_x cm⁴	сопротивленія W_x cm³
5	50	130	33	21	5	3	6,71	5,24	86,4	14,0	23,2	9,27
6	60	140	38	24	6	3,5	9,34	7,28	164	23,0	47,2	15,8
7½	75	170	45,5	28,5	7	4	13,2	10,3	347	40,4	105	27,9
9	90	200	53	33	8	4,5	17,9	14,0	657	64,7	206	45,8
11	110	240	63	39	9	5	24,1	18,8	1272	106	421	76,5

№ 12.

Волнистое желѣзо.

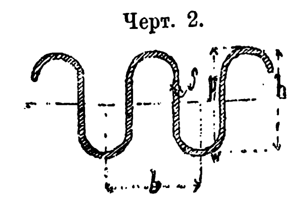
Черт. 1.



а. Плоское волнистое желѣзо (черт. 1).

h : b $\overline{\gtrless}$ 0,5 и b = 60 до 300 mm.
Ширина листовъ = 0,65 m до 0,95 m.
Длина „ = 2 m до 3 m.

Черт. 2.



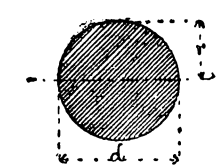
б. Балочное волнистое желѣзо (черт. 2).

h : b $\overline{\gtrless}$ 0,5 и b = 60—180 mm.
Ширина листовъ = 0,45 m до 0,90 m.
Длина „ = 3 m до 4 m; наибольшая длина = 6 m.

Плоское волнистое желѣзо (черт. 1).										Балочное волнистое желѣзо (черт. 2).									
Ширина волны	Высота волны	Поперечное сѣченіе для 1 метра ширины листа и для 1 mm толщины	Вѣсъ для 1 кв. метра волнистаго желѣза и для 1 mm толщины	Моментъ сопротивленія для 1 метра ширины листа и для 1 mm толщины	Ширина волны	Высота волны	Поперечное сѣченіе для 1 метра ширины листа и для 1 mm толщины	Вѣсъ для 1 кв. метра волнистаго желѣза и для 1 mm толщины	Моментъ сопротивленія для 1 метра ширины листа и для 1 mm толщины	Ширина волны	Высота волны	Поперечное сѣченіе для 1 метра ширины листа и для 1 mm толщины	Вѣсъ для 1 кв. метра волнистаго желѣза и для 1 mm толщины	Моментъ сопротивленія для 1 метра ширины листа и для 1 mm толщины	Ширина волны	Высота волны	Поперечное сѣченіе для 1 метра ширины листа и для 1 mm толщины	Вѣсъ для 1 кв. метра волнистаго желѣза и для 1 mm толщины	Моментъ сопротивленія для 1 метра ширины листа и для 1 mm толщины
mm	mm	qcm	kg	cm^3	mm	mm	qcm	kg	cm^3	mm	mm	qcm	kg	cm^3	mm	mm	qcm	kg	cm^3
60	30	15,7	12,3	11,4	140	70	15,7	12,3	26,7	60	40	19,0	14,9	18	100	100	25,7	20,2	56,0
60	25	14,1	11,1	8,9	150	60	13,8	10,8	20,6	60	60	25,7	20,2	34,6	100	120	29,7	23,3	78,5
70	35	15,7	12,3	13,3	150	75	15,7	12,3	28,6	70	70	25,7	20,2	40,4	105	70	19,0	14,9	31,7
75	30	13,8	10,8	10,3	160	65	13,9	10,9	22,6	75	50	19,0	14,9	22,6	110	110	25,7	20,2	62,9
80	40	15,7	12,3	15,2	160	80	15,7	12,3	30,5	75	75	25,7	20,2	43,2	120	80	19,0	14,9	36,3
85	35	14,0	11,0	12,4	170	85	15,7	12,3	32,4	75	90	29,7	23,3	58,9	120	120	25,7	20,2	69,7
90	45	15,7	12,3	17,1	175	70	13,8	10,8	24,0	80	80	25,7	20,2	46,3	135	90	19,0	14,9	40,8
100	40	13,8	10,8	13,8	180	90	15,7	12,3	34,4	90	60	19,0	14,9	27,2	150	100	19,0	14,9	45,3
100	50	15,7	12,3	19,0	185	75	13,9	10,9	26,1	90	90	25,7	20,2	52,2	165	110	19,0	14,9	49,9
110	45	14,0	11,0	15,8	190	95	15,7	12,3	36,3	90	110	30,2	23,7	72,6	180	120	19,0	14,9	54,4
110	55	15,7	12,3	20,9	200	80	13,8	10,8	27,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	60	15,7	12,3	22,9	200	100	15,7	12,3	38,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125	50	13,8	10,8	17,2	220	110	15,7	12,3	42,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130	65	15,7	12,3	24,8	240	120	15,7	12,3	45,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
135	55	13,9	10,9	19,2	250	100	13,8	10,8	34,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примѣчаніе 1. Для листовъ большей или меньшей толщины данныя таблицы для 1 mm толщины умножаются на заданную толщину листа.

Примѣчаніе 2. Сводчатое волнистое желѣзо имѣетъ по серединѣ подъемъ отъ 1/10 до 1/12 и несетъ при спокойной, равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ грузъ въ 8 до 10 разъ большій, чѣмъ прямое волнистое желѣзо, а при подвижной, односторонней нагрузкѣ только въ 4 до 6 разъ большій грузъ.

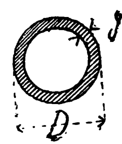


№ 13.

Круглое сѣченіе.

J = моментъ инерціи; W = моментъ сопротивленія.

d	$J=\frac{\pi d^4}{64}$	$W=\frac{\pi d^3}{32}$	d	$J=\frac{\pi d^4}{64}$	$W=\frac{\pi d^3}{32}$	d	$J=\frac{\pi d^4}{64}$	$W=\frac{\pi d^3}{32}$	d	$J=\frac{\pi d^4}{64}$	$W=\frac{\pi d^3}{32}$
1	0,0491	0,0982	26	22432	1926	51	332086	13023	76	1637662	43096
2	0,7854	0,7854	27	26087	1932	52	358908	13804	77	1725571	44820
3	3,976	2,651	28	30172	2155	53	387323	14616	78	1816972	46589
4	12,57	6,283	29	34719	2394	54	417393	15459	79	1911967	48404
5	30,68	12,27	30	39761	2651	55	449180	16334	80	2010619	50265
6	63,62	21,21	31	45333	2925	56	482750	17241	81	2113051	52174
7	117,9	33,67	32	51472	3217	57	518166	18181	82	2219347	54130
8	201,1	50,27	33	58214	3528	58	555497	19155	83	2329605	56135
9	322,1	71,57	34	65597	3859	59	594810	20163	84	2443920	58189
10	490,9	98,17	35	73662	4209	60	636172	21206	85	2562392	60292
11	718,7	130,7	36	82448	4580	61	679651	22284	86	2685120	62445
12	1018	169,6	37	91998	4973	62	725332	23398	87	2812205	64648
13	1402	215,7	38	102354	5387	63	773272	24548	88	2943748	66903
14	1886	269,4	39	113561	5824	64	823550	25736	89	3079853	69210
15	2485	331,3	40	125664	6283	65	876240	26961	90	3220623	71569
16	3217	402,1	41	138709	6766	66	931420	28225	91	3366165	73982
17	4100	482,3	42	152745	7274	67	989166	29527	92	3516586	76448
18	5153	572,6	43	167820	7806	68	1049556	30869	93	3671992	78968
19	6397	673,4	44	183984	8363	69	1112660	32251	94	3832492	81542
20	7854	785,4	45	201289	8946	70	1178588	33674	95	3998198	84173
21	9547	909,2	46	219787	9556	71	1247393	35138	96	4169220	86859
22	11499	1045	47	239531	10193	72	1319167	36644	97	4345671	89601
23	13737	1194	48	260576	10857	73	1393995	38192	98	4527664	92401
24	16286	1357	49	282979	11550	74	1471963	39783	99	4715315	95259
25	19175	1534	50	306796	12272	75	1553156	41417	100	4908738	98175



№ 14.

Кольцевое сѣченіе.

Вѣса g относятся къ чугуннымъ трубамъ. Для трубъ изъ сварочнато желѣза эти вѣса умножаются на 1,076, изъ литого желѣза на 1,083 и изъ литой стали на 1,084.

Внѣшній поперечникъ D mm	Толщина стѣнки δ mm	Площадь поперечнаго сѣченія F qcm	Вѣсъ одного погоннаго метра g kg	Моментъ инерціи J cm⁴	Моментъ сопротивленія W cm³
100	10	28,27	20,50	289,81	57,96
	12	33,18	24,05	327,1	65,42
	15	40.06	29,04	373,0	74.59
	18	46,37	33,62	408,5	81,70
	20	50,27	36,44	427,3	85,45
110	12	36,95	26,79	450,2	81,85
	15	44,77	32,46	517,6	94,11
	18	52,02	37,72	571,5	103,90
	20	56,55	40,99	600,8	109,2
120	12	40,71	29,52	601,0	100,2
	15	49,48	35,88	695,8	116,0
	18	57,68	41,32	773,5	128,9
	20	62,83	45,56	816,8	136,1
130	12	44,48	32,25	782.3	120,3
	15	54,19	30,29	911,1	140,2
	18	63,33	45,92	1019	156,8
	20	69,11	50,11	1080	166,1
	22	74,64	54,12	1134	174,4
	25	82,47	59,79	1201	184,8
140	12	48,26	34,98	997	142,4
	15	58,90	42,70	1167	166,7
	18	68,99	50,02	1311	187,4
	20	75,40	54,29	1395	199,3
	22	81.56	59,13	1469	209,9
	25	90,32	65,49	1564	223,4
150	15	63,62	46,12	1467	195,6
	18	74,65	54,12	1656	220,8
	20	81,68	59,22	1766	235,5
	22	88,47	64,14	1866	248,8
	25	98,18	71,17	1994	265,9
	28	107,32	77,80	2102	280,2
160	15	68,33	49,54	1815	226,9
	18	80,30	58,22	2056	257,1
	20	87,97	63,77	2199	274,9
	22	95,38	69,15	2329	291,1
	25	106,08	76,87	2498	312,3
	28	116,11	84,18	2643	330,3
	30	122,52	88,83	2726	340,8
170	15	73,04	52,96	2214	260,5
	18	85,95	62,32	2517	296.1
	20	94,25	68,33	2698	317,4
	22	102,29	74,16	6863	336,8
170	25	113,88	82,57	3082	362,6
	28	124,91	90,56	3271	384,8
	30	131,95	95,66	3381	397,8
180	15	77,75	56,38	2668	296,4
	18	91,61	66,42	3042	338,0
	20	100,53	72,88	3267	363,0
	22	109,20	79,17	3475	386,1
	25	121,74	88,26	3751	416,8
	28	133,71	96,94	3992	443,6
	30	141,37	102,49	4135	459,5
	35	159,44	215,59	4434	492,7
190	15	82,47	59,79	3180	334,8
	18	97,26	70,52	3636	382,8
	20	106,81	77,44	3912	411,8
	22	116,11	84,18	4168	438,7
	25	129,59	93,95	4511	474,9
	28	142,50	103,31	4814	506,8
	30	150,80	109,33	4995	525,8
	35	170,43	123,56	5379	566,2
200	15	87,18	63,20	3754	375,4
	18	102,92	74,62	4303	430,3
	20	113,10	82,00	4637	463,7
	25	137,44	99,65	5369	536,9
	28	151,30	109,69	5743	574,3
	30	160,22	116,16	5968	596,8
	35	181,43	131,53	6452	645,2
225	20	128,81	93,38	6831	607,2
	25	157,08	113,88	7977	709,0
	30	183,78	133,24	8842	794,9
	35	208,92	151,46	9747	866,4
250	22	157,58	114,25	10334	827,0
	25	176,72	128,12	11320	905,7
	30	207,35	150,33	12778	1022
	35	236,41	171,39	14022	1122
275	28	196,35	142,35	15493	1127
	30	230,91	167,41	17585	1279
	35	263,89	191,32	19397	1411
300	28	239,26	173,47	22359	1491
	30	254,47	184,49	23472	1565
	35	291,38	211,25	26021	1735
350	30	301,59	218,56	38938	2225
	35	346,36	215,11	43484	2485

№ 15.

Таблица вѣса въ килограммахъ погоннаго метра квадратнаго и болтового желѣза.

Толщина, относительно поперечникъ. mm	Вѣсъ одного погоннаго метра □ kg	Вѣсъ одного погоннаго метра ○ kg	Толщина, относительно поперечникъ. mm	Вѣсъ одного погоннаго метра □ kg	Вѣсъ одного погоннаго метра ○ kg	Толщина, относительно поперечникъ. mm	Вѣсъ одного погоннаго метра □ kg	Вѣсъ одного погоннаго метра ○ kg	Толщина, относительно поперечникъ. mm	Вѣсъ одного погоннаго метра □ kg	Вѣсъ одного погоннаго метра ○ kg	Толщина, относительно поперечникъ. mm	Вѣсъ одного погоннаго метра □ kg	Вѣсъ одного погоннаго метра ○ kg
5	0,20	0,15	14	1,53	1,20	23	4,13	3,24	38	11,26	8,85	56	24,46	19,21
6	0,28	0,22	15	1,76	1,38	24	4,49	3,53	40	12,48	9,80	58	26,24	20,61
7	0,38	0,30	16	2,00	1,57	25	4,88	3.83	42	13,76	10,81	60	28,10	22,05
8	0,50	0,39	17	2,25	1,77	26	5,27	4,14	44	15,10	11,86	62	29,98	23,55
9	0,63	0,50	18	2,53	1,99	28	6,12	4,80	46	16,51	12,96	65	32,96	25,88
10	0,78	0,61	19	2,82	2,21	30	7,02	5,51	48	17,97	14,12	70	38,22	30,02
11	0,94	0,74	20	3,12	2,45	32	7,99	6,27	50	19,50	15,32	80	49,92	39,21
12	1,12	0,88	21	3,44	2,70	34	9,02	7,08	52	21,09	16,57	90	63,18	49,62
13	1,32	1,04	22	3,78	2,79	36	10,11	7,94	54	22,75	17,80	100	78,00	61,26

№ 16.

Таблица вѣса полосового желѣза.

d — толщина, b — ширина въ миллиметрахъ.

d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
b	Вѣсъ погоннаго метра въ килограммахъ.																
24	0,19	0,37	0,56	0,75	0,93	1,12	1,31	1,49	1,68	1,87	2,05	2,24	2,43	2,61	2,80	3,09	3,17
26	0,20	0,41	0,61	0,81	1,01	1,21	1,42	1,62	1,82	2,02	2,23	2,43	2,63	2,83	3,03	3,24	3,44
28	0,22	0,44	0,65	0,87	1,09	1,31	1,53	1,74	1,96	2,18	2,40	2,61	2,33	3,05	3,27	3,49	3,70
30	0,23	0,47	0,70	0,93	1,17	1,40	1,63	1,87	2,10	2,33	2,57	2,80	3,03	3,27	3,50	3,73	3,97
32	0,24	0,50	0,75	1,01	1,25	1,49	1,74	1,99	2,24	2,49	2,74	2,99	3,24	3,49	3,73	3,98	4,23
34	0,27	0,53	0,79	1,06	1,32	1,59	1,85	2,12	2,38	2,65	2,91	3,17	3,44	3,70	3,97	4,23	4,50
36	0,28	0,56	0,81	1,12	1,40	1,68	1,96	2,24	2,52	2,80	3,08	3,36	3,64	3,92	4,20	4,48	4,76
38	0,30	0,59	0,89	1,18	1,48	1,77	2,07	2,37	2,66	2,96	3,25	3,55	3,84	4,14	4,44	4,73	5,03
40	0,31	0,62	0,93	1 24	1,56	1,87	2,18	2,49	2,80	3,11	3,42	3,73	4,05	4,36	4,67	4,98	5,29
42	0,33	0,65	0,98	1,31	1,63	1,96	2,29	2,61	2,94	3,27	3,59	3,92	4,25	4,58	4,90	5,23	5,56
44	0,34	0,69	1,03	1,37	1,71	2,05	2,40	2,74	3,08	3,42	3,77	4,11	4,45	4,79	5,14	5,48	5,83
46	0,36	0,72	1,07	1,43	1,79	2,15	2,51	2,86	3,22	3,58	3,94	4,30	4,65	5,01	5,37	5,73	6,08
48	0,37	0,75	1,12	1,49	1,87	2,24	2,61	2,99	3,36	3,73	4,11	4,48	4,86	5,23	5,60	5,98	6,35
50	0,39	0,78	1,17	1,56	1,95	2,33	2,72	2,11	3,50	3,89	4,28	4,67	5,06	5,45	5,84	6,22	6,61
52	0,41	0,81	1,21	1,62	2,02	2,43	2,83	3,24	3,64	4,05	4,45	4,86	5,26	5,66	6,07	6,47	6,88
54	0,42	0,84	1,26	1,68	2,10	2,52	2,94	3,36	3,78	4,20	4,62	5,04	5,46	5,88	6,30	6,72	7,14
56	0,44	0,87	1,31	1,74	2,18	2,61	3,05	3,49	3,92	4,30	4,79	5,23	5,66	6,10	6,54	6,97	7,41
58	0,45	0,90	1,35	1,81	2,26	2,71	3,16	3,61	4,06	4,51	4,96	5,42	5,87	6,32	6,77	7,22	7,67
60	0,47	0,93	1,40	1,87	2,33	2,80	3,27	3,73	4,20	4,67	5,14	5,60	6,07	6,54	7,00	7,47	7,94
62	0,48	0,97	1,45	1,93	2,41	2,89	3,38	3,86	4,34	4,82	5,31	5,79	6,27	6,75	7,24	7,72	8,20
64	0,50	1,00	1,49	1,99	2,49	2,99	3,49	3,98	4,48	4,98	5,48	5,98	6,44	6,97	7,47	7,97	8,47
66	0,51	1,03	1,54	2,05	2,57	3,08	3,59	4,11	4,62	5,14	5,65	6,16	6,68	7,19	7,70	8,22	8,73
68	0,53	1,06	1,59	2,12	2,65	3,17	3,70	4,23	4,76	5,29	5,82	6,35	6,88	7,41	7,94	8,47	8,99
70	0,55	1,09	1,63	2,18	2,72	3,27	3,81	4,36	4,90	5,45	5,99	6,54	7,08	7,62	8,17	8,71	9,26
72	0,56	1,12	1,68	2,24	2,80	3,36	3,92	4,48	5,04	5,60	6,16	6,72	7,28	7,84	8,40	8,96	9,52
74	0,58	1,15	1,73	2,30	2,88	3,45	4,03	4,61	5,18	5,76	6,33	6,91	7,48	8,06	8,64	9,21	9,79
75	0,58	1,16	1,75	2,33	2,92	3,50	4,09	4,67	5,25	5,84	6,42	7,01	7,59	8,18	8,76	9,34	9,93

№ 17.

Система винтовъ по Витворту.

Внѣшній поперечникъ нарѣзки		Внутренній поперечникъ нарѣзки		Число нарѣзокъ		Высота гайки (округленная)	Высота головки (округленная)	Отвертіе гаечнаго ключа (округленная)
англ. дюймы	mm	англ. дюймы	mm	на 1 англ. дюймѣ	на длинѣ d	mm	mm	mm
1/4	6,3	0,186	4,72	20	5	6	4	13
5/16	7,9	0,241	6,13	18	5 5/8	8	6	16
3/8	9,5	0,295	7,49	16	6	10	7	19
7/16	11,1	0,346	8,79	14	6 1/8	11	8	21
1/2	12,7	0,393	9,99	12	6	13	9	23
5/8	15,9	0,509	12,92	11	6 7/8	16	11	27
3/4	19,0	0,622	15,80	10	7 1/2	19	13	33
7/8	22,2	0,733	18,61	9	7 7/8	22	15	36
1	25,4	0,840	31,33	8	8	25	18	40
1 1/8	28,6	0,942	23,93	7	7 7/8	29	20	45
1 1/4	31,7	1,067	27,10	7	8 3/4	32	22	50
1 3/8	34,9	1,162	29,50	6	8 1/4	35	24	54
1 1/2	38,1	1,287	32,68	6	9	38	27	58
1 5/8	41,3	1,369	34,77	5	8 1/8	41	29	63
1 3/4	44,4	1,494	37,94	5	8 3/4	44	32	67
1 7/8	47,6	1,591	40,40	4 1/2	8 7/16	48	34	72
2	50,8	1,716	43,57	4 1/2	9	51	36	76
2 1/4	57,1	1,930	49,02	4	9	57	40	85
2 1/2	63,5	2,180	55,37	4	10	64	45	94
2 3/4	69,8	2,384	69,55	3 1/2	9 5/8	70	49	103
3	76,2	2,634	66,90	3 1/2	10 1/2	76	53	112

№ 18.

Интернаціональная система винтовъ, предложенная на конгрессѣ въ Цюрихѣ 1898 г.

Внѣшній поперечникъ нарѣзки.	Высота хода.	Внутренній поперечникъ нарѣзки.	Внѣшній поперечникъ нарѣзки.	Высота хода.	Внутренній поперечникъ нарѣзки.	Внѣшній поперечникъ нарѣзки.	Высота хода.	Внутренній поперечникъ нарѣзки.
6	1,0	4,59	20	2,5	16,48	48	5,0	40,96
7	1,0	5,59	22	2,5	18,48	52	5,0	44,96
8	1,25	6,24	24	3,0	19,78	56	5,5	48,26
9	1,25	7,24	27	3,0	22,78	60	5,5	52,26
10	1,5	7,89	30	3,5	25,08	64	6,0	55,56
11	1,5	8,89	33	3,5	28,08	68	6,0	58,56
12	1,75	9,54	36	4,0	30,37	72	6,5	62,85
14	2,0	11,19	39	4,0	33,37	76	6,5	66,85
16	2,0	13,19	42	4,5	35,67	80	7,0	70,15
18	2,5	14,48	45	4,5	38,67			

Б. **Разсчетъ частей сооруженій на растяженіе, сжатіе и срѣзываніе.**

Растяженіе. Если брусъ, по направленію оси его, подвергается растягивающему усилію P и если предполагается, что вызывающееся этимъ растягивающее напряженіе равномѣрно распредѣляется по площади F поперечнаго сѣченія бруса, то это растягивающее напряженіе σ_1, получается изъ уравненія:

$$1.\ P = \sigma_1\ F,\ \text{откуда 1a.}\ \ \sigma_1 = \frac{P}{F}.$$

Если извѣстны дѣйствующая сила P и допускаемое прочное сопротивленіе K_1 матеріала бруса растяженію, то искомая площадь поперечнаго сѣченія бруса опредѣляется по уравненію:

$$2.\ F = \frac{P}{K_1}.$$

Примѣръ. Въ нижнемъ поясѣ стропильной фермы изъ литого желѣза дѣйствуетъ сила P = 30000 kg. Поперечникъ d заклепокъ, при помощи которыхъ прикрѣпляется нижній поясъ къ соединительному листу, принимается въ 2 cm. Поясъ долженъ быть составленъ изъ двухъ уголковъ. При толщинѣ уголковъ въ 1 cm, происходитъ ослабленіе поперечнаго сѣченія на $2 \times 2.1 = 4$ qcm. Тогда требуемая площадь F поперечнаго сѣченія получается по формулѣ 2.

$$F = \frac{P}{K_1} = \frac{30000}{1000} + 4\ \text{qcm} = 34\ \text{qcm}.$$

При этомъ прочное сопротивленіе литого желѣза принято $K_1 = 1000$ kg/cm².

По русскому сортаменту достаточны 2 уголка № $9: 90 \times 90 \times 10$ mm, каждый съ площадью въ $17{,}13$ qcm, всего $2.17{,}13 = 34{,}26$ qcm.

Примѣръ. Приходится опредѣлить напряженіе σ_1 въ деревянномъ брусѣ прямоугольнаго поперечнаго сѣченія въ 7″/9″, который подвергается растягивающему усилію P = 3000 пуд. Площадь поперечнаго сѣченія бруса $F = 7 \times 9 = 63$ кв. дюйм. Напряженіе вычисляется изъ уравненія 1.

$$\sigma_1 = \frac{P}{F} = \frac{3000}{63} = 47{,}62\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$$

По постановленіямъ Съѣзда Инженеровъ Службы Пути (Таб. 9 е) допускается для хвойнаго лѣса обыкновеннаго качества прочное сопротивленіе растяженію $K_1 = 50\ \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$, такъ-что дѣйствительное напряженіе не превосходитъ допускаемаго.

Сжатіе. Если, при выше указанныхъ условіяхъ, дѣйствуетъ на брусъ сжимающая сила P, то сжимающее напряженіе σ_2 получается изъ уравненія

$$3.\ P = \sigma_2 . F,\ \text{откуда 3a.}\ \ \sigma_2 = \frac{P}{F},$$

а площадь F поперечнаго сѣченія бруса опредѣляется на основаніи уравненія

$$4.\ F = \frac{P}{K_2},$$

гдѣ K_2 — прочное сопротивленіе матеріала бруса сжатію. Употребительно, означать растягивающія напряженія положительнымъ знакомъ (+,) а сжимающія — отрицательнымъ (—).

Примѣръ. Подферменный камень изъ песчаника долженъ выдерживать нагрузку P = 20000 kg. Прочное сопротивленіе песчаника сжатію принимается $K_2 = 20$ kg/cm². Тогда площадь F поперечнаго сѣченія камня получается изъ формулы 4.

$$F = \frac{P}{K_2} = \frac{20000}{20} = 1000\ \text{qcm}.$$

Прямоугольное сѣченіе площадью $F = 35 \times 30 = 1050$ qcm удовлетворяетъ этому требованію.

Срѣзываніе. Если сила P дѣйствуетъ перпендикулярно къ оси бруса, то подобнымъ образомъ, какъ выше показано, получается срѣзывающее напряженіе σ_3 изъ уравненія

$$5.\ \sigma_3 = \frac{P}{F}$$

и площадь F изъ уравненія

$$6.\ F = \frac{P}{K_з}.$$

$K_з$ означаетъ прочное сопротивленіе матеріала бруса срѣзыванію.

Примѣръ. Стержень заклепки подвергается срѣзывающему усилію P = 1600 kg. При прочномъ сопротивленіи заклепочнаго желѣза срѣзыванію $K_з = 800$ kg/cm², поперечникъ заклепки вычисляется по формулѣ.

$$F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{P}{K_з} = \frac{1600}{800} = 2$$

$$d = \sqrt{\frac{4.2}{3{,}14}} = \sqrt{2{,}54} = \sim 1{,}6 \text{ cm}.$$

B. Разсчетъ заклепочныхъ соединеній.

Опредѣленіе числа заклепокъ. Поперечникъ заклепокъ долженъ быть выбранъ такъ, чтобы стержень ихъ могъ сопротивляться срѣзыванію, а стѣнки заклепочныхъ отверстій — смятію. Означаютъ:

d — поперечникъ заклепки въ cm;

δ — толщину каждаго изъ соединяемыхъ листовъ въ cm; если толщина листовъ различна, то δ означаетъ наименьшую толщину;

$K_з$ — прочное сопротивленіе стержня заклепки срѣзыванію въ kg/cm²;

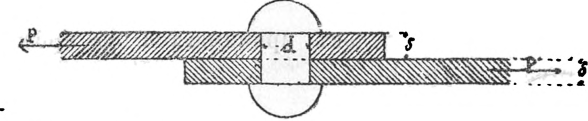
K_c — прочное сопротивленіе стѣнки заклепочныхъ отверстій смятію въ kg/cm²;

P — дѣйствующую силу въ kg, оказывающее стремленіе разрушить заклепочное соединеніе;

n — необходимое число заклепокъ.

a. Одиночное срѣзываніе заклепокь (черт. 1). При одиночномъ срѣзываніи заклепокъ должно существовать равенство:

Черт. 1.



$$7.\ P = n\frac{\pi d^2}{4} . K_з,$$

и если принимаютъ, что сминающее усиліе равномѣрно распредѣляется по проекціи стѣнки заклепочныхъ отверстій, то

$$8.\ P = n\, d\, \delta\, K_c.$$

Изъ ур. 7 и 8 слѣдуетъ при одинаковомъ сопротивленіи срѣзыванію и смятію

$$9.\ n\frac{\pi d^2}{4} . K_з = n\, d\, \delta\, K_c,$$

и если принимается π приблизительно = 3, то изъ уравненія 9 получается

$$10.\ d = \frac{4}{3} . \delta . \frac{K_c}{K_з}.$$

Можно принимать $K_c = 1{,}5\ K_1$, гдѣ K_1 — прочное сопротивленіе листового желѣза растяженію и, по отличному качеству матеріала для заклепокъ, $K_з = K_1$.

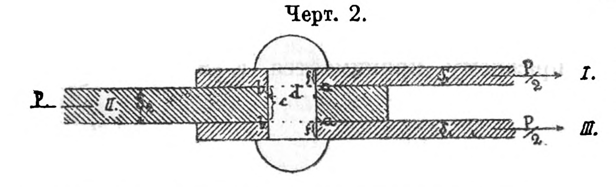
Тогда изъ ур. 10 получается

$$11.\ d = 2\delta.$$

Если допускается $K_c = 2\,K_1$, то слѣдуетъ изъ ур. 4

$$11a.\ d = 2{,}6\,\delta.$$

Черт. 2.



б. Двойное срѣзываніе заклепокъ (черт. 2). При двойномъ срѣзываніи заклепокъ ур. 9 переходитъ въ

$$12.\ 2n . \frac{\pi d^2}{4} . K_з = n\, d\, \delta\, K_c,$$

и если по прежнему принимается $K_c = 1{,}5\ K_1$ и $K_з = K_1$, то изъ ур. 12 получается

$$13.\ d = \delta.$$

Но такъ-какъ при двойномъ срѣзываніи заклепокъ сминающее усиліе равномѣрнѣе распредѣляется по стѣнкѣ заклепочныхъ отверстій, то для этого случая часто допускаютъ большее прочное сопротивленіе смятію, чѣмъ для односрѣзныхъ заклепокъ, а именно: $K_c = 2K_1$ и даже $K_c = 2{,}25\ K_1$, такъ-что изъ ур. 12 теперь слѣдуетъ соотвѣтственно:

$$13a.\ d = 1{,}3\delta \text{ и } 13b.\ d = 1{,}5\delta.$$

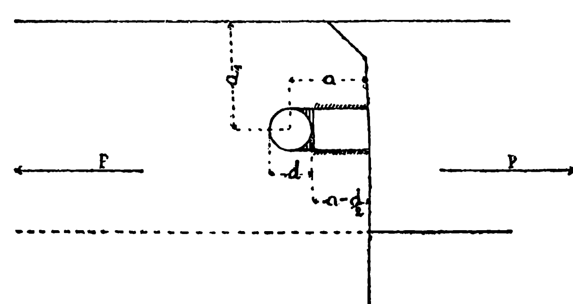
Въ ур. 12 слѣдуетъ подставить для δ меньшее значеніе обѣихъ величинъ $2\delta_1$ и δ_2 (черт. 2).

Во всякомъ случаѣ поперечникъ d заклепокъ берется не больше 2,5 cm.

Если при одиночномъ срѣзываніи заклепокъ $d > 2\delta$, то число заклепокъ разсчитывается на смятіе стѣнки заклепочныхъ отверстій, а въ обратномъ случаѣ, т.-е. если $d < 2\delta$, то заклепочное соединеніе разсчитывается на срѣзываніе заклепокъ.

Такимъ же образомъ поступаютъ при двойномъ срѣзываніи заклепокъ; т.-е. если $d > \delta$ (относительно $d > 1{,}3\delta$ или $d > 1{,}5\delta$), то разсчетъ заклепочнаго соединенія производится на смятіе стѣнки заклепочныхъ отверстій, а въ обратномъ случаѣ, т.-е. если $d < \delta$ (относительно $d < 1{,}3$ или $d < 1{,}5\delta$), то — на срѣзываніе заклепокъ.

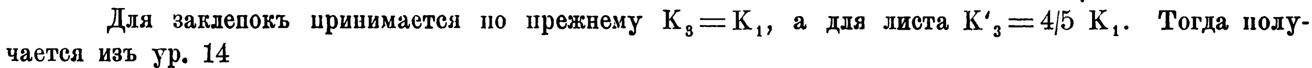
Черт. 3.



Опредѣленіе разстоянія a заклепокъ отъ края листа, перпендикулярнаго къ направленію дѣйствующей силы P (черт. 3). Между сопротивленіями заклепокъ срѣзыванію и выкалыванію ихъ изъ листа должно существовать равенство

$$14.\ \frac{\pi d^2}{4} . K_3 = 2\left(a - \frac{d}{2}\right)\delta . K'_3.$$

При этомъ не принята въ разсчетъ заштрихованная часть листа.



Для заклепокъ принимается по прежнему $K_3 = K_1$, а для листа $K'_3 = 4/5\ K_1$. Тогда получается изъ ур. 14

$$15.\ a = d\left(1/2 + \frac{5}{32}\pi\frac{d}{\delta}\right),$$

и если подставляется $\pi = 3$ и $\frac{d}{\delta} = 2$, то будетъ

$$16.\ a = \sim 1{,}5\ d.$$

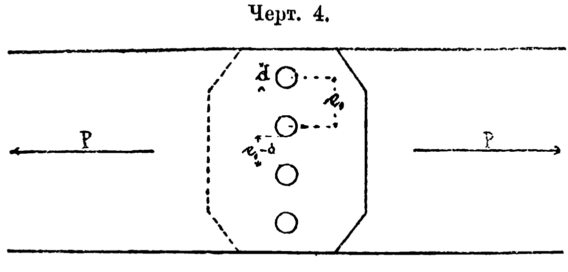
Рекомендуется брать

$$17.\ a = 2d.$$

То же самое значеніе принимается также для разстоянія a_1 края листа, параллельнаго къ направленію дѣйствующей силы P.

Опредѣленіе разстоянія e_1 заклепокъ другъ отъ друга одного ряда, перпендикулярнаго къ направленію дѣйствующей силы P (черт. 4).

Черт. 4.



Для прочности заклепочнаго соединенія прочное сопротивленіе заклепки срѣзыванію должно равняться прочному сопротивленію листа разрыву, т.е.:

$$18.\ \frac{\pi d^2}{4} . K_3 = (e_1 - d)\delta . K_1.$$

По прежнему принимается $K_3 = K_1$, $\pi = 3$ и $\frac{d}{\delta} = 2$.

Тогда получается изъ ур. 18

$$19.\ e_1 = 2{,}5\ d.$$

Обыкновенно берутъ 20. $e_1 = 2{,}5\ d$ до $3\ d$, но не больше $3\ d$.

Разстоянiе заклепокъ другъ отъ друга въ одномъ ряду, параллельномъ къ направленiю дѣйствующей силы, принимается около $2a = 3d$ до $4d$.

Число заклепокъ въ одномъ ряду принимается въ такомъ случаѣ не бóльшимъ 4 до 5.

Для изготовленiя заклепки длина стержня заклепки должна быть равна $1{,}1\lambda + 1{,}33\,d$, гдѣ λ означаетъ окончательную длину стержня между головками заклепки и d — поперечникъ стержня.

Болтовыя соединенiя. Заклепки замѣняются болтами въ слѣдующихъ случаяхъ:

1) если соединяемыя части состоятъ изъ хрупкаго матерiала, какъ-то: чугуна или стали, при которомъ отъ примѣненiя заклепокъ могутъ произойти трещины;
2) если толщина всѣхъ соединяемыхъ частей при ручной клепкѣ въ 3 раза и при машинной въ 4 раза больше поперечника заклепки;
3) если соединенiе частей должно быть подвижно;
4) если мѣста нѣтъ для выковки головки заклепки.

Разсчетъ болтовыхъ соединенiй производится такимъ же образомъ, какъ разсчетъ заклепочныхъ соединенiй.

Наиболѣе употребительна система винтовъ Витворта, показанная на таблицѣ № 17 „Приложенiя".

Г. Разсчетъ балокъ.

Пусть: M — изгибающiй моментъ для даннаго поперечнаго сѣченiя балки,
J — моментъ инерцiи поперечнаго сѣченiя балки относительно нейтральной оси,
a_1 — разстоянiе наиболѣе удаленнаго вытянутаго волокна отъ нейтральной оси,
a_2 — разстоянiе наиболѣе удаленнаго сжатаго волокна отъ нейтральной оси,
σ_1 — дѣйствительное растягивающее напряженiе въ наиболѣе удаленномъ отъ нейтральной оси вытянутомъ волокнѣ,
σ_2 — дѣйствительное сжимающее напряженiе въ наиболѣе удаленномъ отъ нейтральной оси сжатомъ волокнѣ,
K_1 — допускаемое растягивающее напряженiе матерiала балки (прочное сопротивленiе растяженiю),
K_2 — допускаемое сжимающее напряженiе матерiала балки (прочное сопротивленiе сжатiю),
$W_1 = \frac{J}{a_1}$ и $W_2 = \frac{J}{a_2}$ — моменты сопротивленiя поперечнаго сѣченiя балки относительно нейтральной оси.

Плоскость силъ пересѣкаетъ поперечное сѣченiе балки по главной оси его. Если дѣйствуетъ на балку изгибающiй моментъ M, то существуетъ равенство

$$21.\ M = \frac{\sigma_1 J}{a_1} \quad \text{и} \quad 21a.\ M = \frac{\sigma_2 J}{a_2}.$$

Изъ этихъ уравненiй получаются напряженiя:

$$22.\ \sigma_1 = \frac{M}{J}.a_1 \quad \text{и} \quad 22a.\ \sigma_2 = \frac{M}{J}.a_2$$

или

$$23.\ \sigma_1 = \frac{M}{W_1} \quad \text{и} \quad 23a.\ \sigma_2 = \frac{M}{W_2}.$$

Если балка должна сопротивляться изгибающему моменту M, то должно быть

$$\sigma_1 \leqq K_1 \quad \text{и} \quad \sigma_2 \leqq K_2.$$

Если требуется разсчитать площадь поперечнаго сѣченiя балки, которая должна сопротивляться изгибающему моменту опредѣленной величины, то опредѣляется моментъ сопротивленiя искомаго поперечнаго сѣченiя и, при помощи его, поперечное сѣченiе само.

Для этой цѣли слѣдуетъ замѣнить въ ур. 23 и 23a дѣйствительныя напряженія σ_1 и σ_2 прочными сопротивленіями K_1 и K_2, такъ-что указанныя уравненія переходятъ въ

$$24.\ W_1 = \frac{M}{K_1} \text{ и } 24a.\ W_2 = \frac{M}{K_2}.$$

Изъ формулъ 24 и 24a пользуются при разсчетѣ тою, которая даетъ большіе размѣры поперечнаго сѣченія балки.

Для строительныхъ матеріаловъ, при которыхъ прочное сопротивленіе растяженію принимается равнымъ прочному сопротивленію сжатію, слѣдуетъ въ предыдущихъ формулахъ подставить

$$25.\ K_1 = K_2 = K.$$

Это дѣлается при литомъ и сварочномъ желѣзѣ, между тѣмъ какъ для прочнаго сопротивленія **K** дерева изгибу принимается особое значеніе (см. таб. № 9).

Если напряженія σ_1 и σ_2 въ ур. 21 и 21a замѣняются прочными сопротивленіями K_1 и K_2, то указанныя уравненія переходятъ въ

$$26.\ M = \frac{K_1 J}{a_1} \text{ и } 26a.\ M = \frac{K_2 J}{a_2}.$$

Изъ ур. 26 и 26a получаются

$$27.\ K_1 = \frac{M}{J} \cdot a_1 \text{ и } 27a.\ K_2 = \frac{M}{J} \cdot a_2,$$

и такъ-какъ по ур. 25 $K_1 = K_2$, то

$$28.\ \frac{M}{J} \cdot a_1 = \frac{M}{J} \cdot a_2.$$

Изъ этого слѣдуетъ

$$29.\ a_1 = a_2 = a,$$

т.-е нейтральная ось проходитъ черезъ центръ тяжести поперечнаго сѣченія изгибаемой балки и поперечное сѣченіе само симметрично относительно нейтральной оси.

Если означается черезъ a половина высоты поперечнаго сѣченія балки, то вмѣсто формулъ 26 и 26a получается

$$30.\ M = \frac{KJ}{a}$$

и изъ формулъ 24 и 24a

$$31.\ W = \frac{J}{a} = \frac{M}{K}.$$

Въ слѣдующей таблицѣ № 19 показаны требуемые моменты сопротивленія и вертикальныя опорныя сопротивленія для различныхъ случаевъ нагрузки и закрѣпленія балокъ, а въ таблицѣ № 20 моменты инерціи и сопротивленія употребительныхъ поперечныхъ сѣченій балокъ.

Простыя деревянныя балки. Деревяннымъ балкамъ даютъ почти исключительно прямоугольное поперечное сѣченіе шириною b и высотою h. Центръ тяжести сѣченія находится на половинѣ высоты $a = \frac{h}{2}$ (ур. 29).

Примѣръ. Требуется опредѣлить площадь поперечнаго сѣченія деревянной балки длиною $l = 18'$ (216″), которая предназначена, выдерживать равномѣрно распредѣленную нагрузку $Q = pl = 12{,}5 \times 18 = 225$ пуд. Прочное сопротивленіе хвойнаго лѣса обыкновеннаго качества изгибу принимается изъ таб. № 9, g, $K = 31{,}25 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$. Всѣ размѣры подставляются въ дюймахъ, а силы въ пудахъ. По таб. № 19, 4 требуемый моментъ сопротивленія $W = \frac{Q.l}{8K} = \frac{225 . 216}{8 . 31{,}25} = 195$ дм.³ По таб. № 20 моментъ сопротивленія прямоугольнаго поперечнаго сѣченія $W = \frac{bh^2}{6}$; поэтому $\frac{bh^2}{6} = 195$ дм.³ Если принимаетъ $b = 9''$, то слѣдуетъ

$$h = \sqrt{\frac{195 . 6}{9}} = \sqrt{130} = \sim 11^1/_2{''}.$$

Примѣръ. Слѣдуетъ разсчитать допускаемую равномѣрно распредѣленную нагрузку $Q = pl$ деревянной балки длиною $l = 20'$ (240″), шириною $b = 9''$ и высотою $h = 11''$. По прежнему $K = 31{,}25 \frac{\text{пуд.}}{\text{дм.}^2}$.

По таб. № 19, 4 $W = \frac{Ql}{8K} = \frac{Q.240}{8.31{,}25} = 0{,}96\ Q$, а по таб. № 20 $W = \frac{bh^2}{6} = \frac{9.121}{6} = 181{,}5$ дм².

По этому $0{,}96\,Q = 181{,}5$ и $Q = 189$ пуд. Нагрузка на погонный футъ $p = \frac{Q}{l} = \frac{189}{20} = 9{,}45$ пуд.

Составныя деревянныя балки (Таб. 94, черт. 401—404). Пусть H — высота составной деревянной, h — высота простой деревянной балки равной ширины и одинакого сопротивленія и αH — высота шпонокъ, зубьевъ или клиньевъ, то можно принимать

$$32. \quad H = 1{,}17\ h, \text{ если } \alpha = {}^1/_{10}.$$

Вообще получается H изъ формулы:

$$33. \quad H = \sqrt{\frac{6}{(1-\alpha)^3} \cdot \frac{M}{K.b}},$$

гдѣ K — прочное сопротивленіе дерева изгибу, b — ширина балки и $\alpha = {}^1/_8 - {}^1/_{10}$.

Примѣръ. На составную деревянную балку длиною $l = 700$ cm дѣйствуетъ равномѣрно распредѣленная нагрузка $Q = pl = 2500.7 = 17500$ kg. Требуется разсчитать высоту H составной балки, при чемъ можетъ быть принимаемо $K = 80$ kg/cm², а ширина балки $b = 32$ cm.

Разсматриваютъ балку какъ простую и разсчитываютъ высоту h ея изъ формулы 31: $W = \frac{M}{K}$. Такъ-какъ $W = \frac{bh^2}{6}$ и $M = \frac{Ql}{8}$, то получается $\frac{bh^2}{6} = \frac{Ql}{8K}$, и изъ этого уравненія слѣдуетъ $h = \sqrt{\frac{Q.l.6}{8.K.b}} = \sqrt{\frac{17500.700.6}{8.80.32}} = \sqrt{3590} = \sim 60$ cm. Если $\alpha = {}^1/_{10}$, то по формулѣ 32 $H = 1{,}17\ h = \sim 70$ cm.

Простыя желѣзныя прокатныя балки. *Примѣръ.* Слѣдуетъ опредѣлить профиль двутавровой (I) балки изъ литого желѣза по русск. сорт. при тѣхъ же условіяхъ, какъ въ предыдущемъ примѣрѣ, т.-е. $Q = 17500$ kg и $l = 700$ cm. Принимается $K = 1000$ kg/cm2 и $W_x = \frac{M}{K} = \frac{Ql}{8K} = \frac{17500.700}{8.1000} = 1532$ cm³. Такъ-какъ русскій сортаментъ оказываетъ двутавровыя профили только съ моментомъ сопротивленія до 1304 cm³, то слѣдуетъ брать двѣ балки, изъ которыхъ каждая обладаетъ моментомъ сопротивленія $W_x = \frac{1532}{2} = 766$ cm³. Профиль № 34 русск. сорт. обладаетъ моментомъ сопротивленія $W_x = 833$ cm³; поэтому эта профиль достаточна.

По германскому сортаменту получается профиль № 32 съ моментомъ сопротивленія $W_x = 789$ cm³.

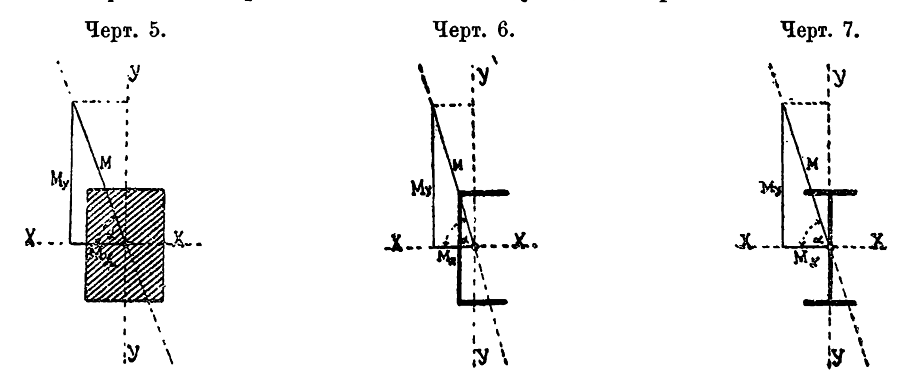
Примѣръ. Требуется, опредѣлить профиль корытообразной ([) балки изъ литого желѣза длиною $l = 100$ cm, которая однимъ концомъ закрѣплена въ стѣну, между тѣмъ какъ другой не поддержанъ. Эта балка должна сопротивляться силѣ $P = 1900$ kg, дѣйствующей у свободнаго конца ея. Принимается $K = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$. По таб. № 19, 2 $W = \frac{Pl}{K} = \frac{1900.100}{1000} = 190$ cm³.

Русск. сорт. оказываетъ профиль № 20 съ $W_x = 202$, а герм. сорт. профиль № 20 съ $W_x = 191$. Обѣ профили удовлетворяютъ условіямъ.

Плоскость силъ пересѣкаетъ поперечное сѣченіе балки не по главнымъ осямъ его. Если плоскость силъ пересѣкаетъ поперечное сѣченіе балки не по одной изъ главныхъ осей его, то слѣдуетъ разложить дѣйствующій въ плоскости поперечнаго сѣченія моментъ M на два со-

ставляющихъ момента M_x и M_y (черт. 5—7), которые дѣйствуютъ по главнымъ осямъ. Для каждаго изъ этихъ моментовъ приходится разсчитать соотвѣтствующее напряженіе.

Черт. 5. Черт. 6. Черт. 7.



Если плоскость силъ образуетъ съ главною осью XX уголъ α, то

$$M_x = M\cos\alpha \text{ и } M_y = M.\sin\alpha$$

и по ур. 23

$$\sigma' = \frac{M.\cos\alpha}{W_y} \text{ и } \sigma'' = \frac{M.\sin\alpha}{W_x}.$$

Сумма обоихъ отдѣльныхъ напряженій σ' и σ'' представляетъ окончательное напряженіе σ:

$$34.\ \sigma = \sigma' + \sigma'' = \frac{M\cos\alpha}{W_y} + \frac{M.\sin\alpha}{W_x}.$$

По прежнему должно быть $\sigma \leqq K$, гдѣ K - прочное сопротивленіе матеріала, изъ котораго состоитъ балка.

Этотъ способъ разсчета примѣнимъ только въ такомъ случаѣ, если предлагаемое поперечное сѣченіе балки оказываетъ точки, одновременно наиболѣе удаленныя отъ обѣихъ главныхъ осей его.

При разсчетѣ прогоновъ крышъ подробно будетъ показано, какимъ образомъ слѣдуетъ поступать въ другомъ случаѣ, особенно при прогонахъ изъ зетоваго желѣза.

Тамъ будетъ показано и упрощеніе формулы 34, дѣлающее ее болѣе удобною для примѣненія.

Разсчетъ балокъ на изгибъ и растяженіе. Если дѣйствуютъ на балку съ площадью F поперечнаго сѣченія изгибающій моментъ M и по оси ея растягивающая сила P, то вызывается въ балкѣ силою P растягивающее напряженіе

$$\sigma_1' = \frac{P}{F}$$

и моментомъ M въ крайнихъ натянутыхъ волокнахъ балки также растягивающее напряженіе

$$\sigma_1'' = \frac{M}{W}.$$

Сумма σ_1 обоихъ напряженій представляетъ наибольшее растягивающее напряженіе въ крайнихъ натянутыхъ волокнахъ балки, т.-е.

$$35.\ \sigma_1 = \sigma_1' + \sigma_1'' = \frac{P}{F} + \frac{M}{W}.$$

Такъ-какъ отъ дѣйствія момента въ крайнихъ сжатыхъ волокнахъ балки происходитъ сжимающее напряженіе

$$\sigma_2'' = -\frac{M}{W},$$

то въ этихъ волокнахъ, при выше предположенномъ сложномъ усиліи балки, получается величина напряженія

$$36.\ \sigma = \sigma_1' - \sigma_2'' = \frac{P}{F} - \frac{M}{W}.$$

Если $\frac{P}{F} > \frac{M}{W}$, то напряженіе σ будетъ растягивающее, а если $\frac{P}{F} < \frac{M}{F}$, то — сжимающее.

Такъ-какъ изъ формулы 35 получается большее напряженіе, то она представляетъ основаніе разсчета площади F поперечнаго сѣченія балки, т.-е. при выбранной площади F должно быть $\sigma_1 \leqq K_1$, гдѣ K_1 — прочное сопротивленіе матеріала балки растяженію.

Примѣръ. На двутавровую балку длиною $l = 600$ cm изъ литого желѣза дѣйствуетъ моментъ $M = \frac{Ql}{8} = \frac{5524.600}{8} = 414400$ kgcm и по оси ея растягивающая сила $P = 15900$ kg. Требуется, опредѣлить профиль балки, могущую сопротивляться означеннымъ усиліямъ.

Выбираютъ профиль № 30 русск. сорт., у которой $F = 63{,}61$ cm² и $W_x = 592$ cm³. Тогда по ур. 35

$$\sigma_1 = \sigma_1' + \sigma_1'' = \frac{P}{F} + \frac{M}{W_x} = \frac{15900}{63{,}61} + \frac{414400}{592} = 250 + 700 = 950 \text{ kg/cm}^2.$$

Допускается $\sigma_1 \leqq K_1 = 1000$ kg/cm². Поэтому выбранная профиль № 30 удовлетворяетъ требованіямъ.

Разсчетъ балокъ на изгибъ и сжатіе. Предполагается, что на балку съ площадью F поперечнаго сѣченія дѣйствуютъ изгибающій моментъ M и по оси ея сжимающее усиліе P. Требуется, разсчитать, при данной площади F поперечнаго сѣченія балки, наибольшее сжимающее напряженіе σ_2, которое должно быть $\leqq K_2$, гдѣ K_2 — прочное сопротивленіе матеріала балки сжатію.

Отъ дѣйствія силы P происходитъ сжимающее напряженіе

$$\sigma_2' = -\frac{P}{F}$$

и отъ дѣйствія момента M сжимающее напряженіе

$$\sigma_2'' = -\frac{M}{W}.$$

Сумма обоихъ напряженій представляетъ наибольшее сжимающее напряженіе σ_2 въ крайнихъ сжатыхъ волокнахъ балки, т.-е.

$$37.\quad \sigma_2 = \sigma_2' + \sigma_2'' = -\left(\frac{P}{F} + \frac{M}{W}\right).$$

Моментъ M вызываетъ въ крайнихъ натянутыхъ волокнахъ балки растягивающее напряженіе

$$\sigma_1'' = \frac{M}{W},$$

и поэтому опредѣляется величина и родъ напряженія въ этихъ волокнахъ изъ уравненія

$$38.\quad \sigma = \sigma_2' + \sigma_1'' = -\left(\frac{P}{F} - \frac{M}{W}\right).$$

Если $\frac{P}{F} > \frac{M}{W}$, то напряженіе σ будетъ сжимающее, а если $\frac{P}{F} < \frac{M}{W}$, то — растягивающее.

Примѣръ. На корытообразную балку изъ литого желѣза длиною $l = 500$ cm дѣйствуютъ моментъ $M = \frac{Ql}{8} = \frac{5600.500}{8} = 350000$ kgcm и сжимающее усиліе $P = 11200$ kg.

Требуется опредѣлить профиль балки по русск. сорт., которая могла бы выдерживать указанныя усилія.

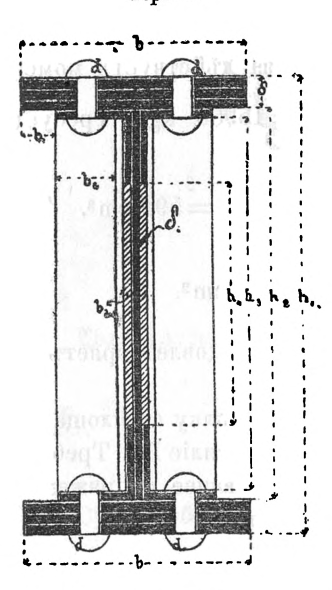
Выбираютъ профиль № 18, у которой $F = 55{,}96$ cm² и $W_x = 462$ cm³. Тогда получается изъ ур. 37

$$\sigma_2 = \sigma_2' + \sigma_2'' = -\left(\frac{P}{F} + \frac{M}{W}\right) = -\left(\frac{11200}{55{,}96} + \frac{350000}{462}\right) = -(200 + 758) = -958 \text{ kg/cm}^2.$$

Такъ-какъ допускается $\sigma_2 \leqq K_2 = 1000$ kg|cm², то профиль № 18 оказывается достаточною.

Клепанныя балки со сплошною стѣнкою. Клепанныя балки устраиваютъ при большомъ пролетѣ и сильной нагрузкѣ съ поясными листами (черт. 8), а при короткихъ и менѣе нагруженныхъ балкахъ можно обойтись безъ нихъ.

Черт. 8.



Если l_1 означаетъ длину балки въ свѣту, то разсчетная длина l ея, считая отъ середины до середины опоръ, опредѣляется по формулѣ

$$39.\quad l = 1{,}01\, l_1 + 0{,}42\ \mathrm{m},$$

и высота h_1 ея принимается при гражданскихъ сооруженіяхъ:

$$40.\quad h_1 = {}^1/_{12} \text{ до } {}^1/_{15}\, l, \text{ иногда даже до } {}^1/_{18}\, l.$$

Толщина δ вертикальной стѣнки получается изъ уравненія

$$41.\quad \delta = \frac{\alpha \cdot Q_{max}}{h \cdot K_3},$$

гдѣ означаютъ:

Q_{max} — наибольшую поперечную срѣзывающую силу, дѣйствующую въ опредѣленномъ поперечномъ сѣченіи балки,

$\alpha = 1{,}25$ — коэффиціентъ, который вводится въ случаѣ ослабленія поперечнаго сѣченія отверстіями заклепокъ,

K_3 — прочное сопротивленіе желѣза срѣзыванію и

h — разстояніе между точками приложенія равнодѣйствующихъ растягивающихъ и сжимающихъ напряженій въ поясахъ.

Обыкновенно принимается

$$42.\quad h = 0{,}8 \text{ до } 0{,}9\ h_1.$$

Толщина δ вертикальной стѣнки дѣлается не меньше 8 mm и не больше 12,8 mm.

Наименьшая ширина b поясовъ въ cm принимается по формулѣ

$$43.\quad b = 15 + 0{,}5\ l,$$

гдѣ l — пролетъ въ m.

Толщина поясныхъ листовъ берется отъ 0,8 до 1,3 cm, при чемъ число ихъ должно быть не больше трехъ.

Соотвѣтственно уменьшенію изгибающаго момента отъ середины пролета къ опорамъ, можно уменьшить и площадь поперечнаго сѣченія балки, постепенно удаляя отдѣльные поясные листы.

Для опредѣленія поперечнаго сѣченія клепанныхъ балокъ пользуются формулою 31.

$$44.\quad \frac{M}{K} = W = \frac{J}{a}.$$

Въ этой формулѣ $\frac{M}{K}$ представляетъ требуемый моментъ сопротивленія, а $\frac{J}{a}$ — искомый моментъ сопротивленія клепанной балки.

Моментъ инерціи клепанной двутавровой балки (черт. 8) будетъ

$$45.\quad J = (b - 2\,d)\frac{h_1^3}{12} - 2\,b_1\frac{h_2^3}{12} - 2\,(b_2 - d)\frac{h_3^3}{12} - 2\,b_3\frac{h_4^3}{12}.$$

Если поясныхъ листовъ нѣтъ, то примѣняется формула для J изъ таблицы № 20.

Такъ-какъ подборъ поперечнаго сѣченія клепанной балки по точному значенію для момента инерціи изъ ур. 45 очень затруднителенъ, то удобнѣе прежде производить предварительный разсчетъ на основаніи значенія для момента инерціи, полученнаго изъ формулы

$$46.\quad J = \frac{h_0^2}{2}\left(F + {}^1/_6\, \delta\, h_0\right).$$

Въ этой формулѣ означаютъ:

F — площадь каждаго изъ обоихъ поясовъ, при чемъ не принята во вниманіе вертикальная стѣнка, а

h_0 — разстояніе между центрами тяжести поперечныхъ сѣченій верхняго и нижняго поясовъ.

Принимается съ достаточною точностью

$$47.\ h_0 = 0{,}9\ h_1.$$

Подставляя упрощенное выраженіе для J изъ ур. 46 въ ур. 44 и принимая во вниманіе, что $a = \frac{h_1}{2}$, получимъ

$$48.\ \frac{M}{K} = \frac{h_0^2}{h_1}(F + {}^1/_6\ h_0\ \delta).$$

Изъ ур. 48 получается

$$49.\ F = \frac{M.h_1}{K.h_0^2} - \frac{h_0\ \delta}{6}.$$

При помощи найденнаго изъ ур. 49 значенія для F составляютъ пояса, подставляютъ размѣры ихъ въ точную формулу 45 для J и разсчитываютъ на основаніи полученнаго точнаго значенія для J моментъ сопротивленія W изъ ур. 44.

Если получается для W значеніе, соотвѣтствующее требуемому $W = \frac{M}{K}$, то подобранное поперечное сѣченіе достаточно. Въ другомъ случаѣ слѣдуетъ увеличить, относительно уменьшить размѣры составныхъ частей поясовъ и еще разъ произвести разсчетъ.

Площадь F берется netto.

Наименьшіе размѣры уголковъ, входящихъ въ составъ поясовъ, бываютъ 60.60.8 mm, а наибольшіе 150.150.16 mm.

Разстояніе заклепокъ, которыми прикрѣплены уголки къ вертикальной стѣнкѣ, опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

Пусть означаютъ

Q — поперечную силу въ предлагаемомъ поперечномъ сѣченіи балки,

e — разстояніе заклепокъ другъ отъ друга,

h_m — разстояніе между рядами заклепокъ въ верхнемъ и нижнемъ поясахъ,

N — сопротивленіе одной заклепки.

Тогда можно принимать равенство

$$50.\ Q.e = N.h_m,$$

откуда слѣдуетъ

$$51.\ e = \frac{N}{Q}.h_m.$$

Если слѣдуетъ принимать въ разсчетъ смятіе стѣнокъ заклепочнаго отверстія, то будетъ:

$$52.\ N = 1{,}5.K_1.d.\delta,$$

гдѣ δ — толщина вертикальной стѣнки и d — поперечникъ заклепки. Но если принимаютъ во вниманіе срѣзывающее усиліе заклепокъ, то будетъ

$$53.\ N = 2\frac{\pi d^4}{4}K_3.$$

Поперечникъ d заклепокъ принимается не меньше 1,8 cm.

Обыкновенно смятіе представляетъ наиболѣе опасное усиліе.

Подставляя значенія для N изъ ур. 52 и 53 въ ур. 51, получимъ

$$54.\ e = \frac{1{,}5.K_1.d.\delta.h_m}{Q}\ \text{и}$$

$$55.\ e = \frac{\pi.d^2.K_3.h_m}{2.Q}.$$

Чѣмъ больше Q, тѣмъ меньше будетъ e. Q имѣетъ у опоръ наибольшее значеніе. По этому разсчетъ разстоянія заклепокъ другъ отъ друга начинается у опоръ.

Если здѣсь выходитъ $e > 8d$, то принимается $e = 8d$ по всей длинѣ балки, а если выходитъ $e < 8d$, то разсчитывается разстояніе заклепокъ до середины балки до тѣхъ поръ, пока не выйдетъ изъ разсчета $e = 8d$. Это разстояніе, какъ наибольшее допускаемое, принимается для остальной средней части балки.

Нѣкоторые авторы допускаютъ $e \leqq 6d$.

Разстояніе между заклепками, которыми прикрѣпляются поясные листы къ уголкамъ, дѣлается равнымъ разстоянію между заклепками, которыми прикрѣпляются уголки къ вертикальной стѣнкѣ.

Примѣръ. Требуется опредѣлить размѣры клепанной балки со сплошною стѣнкою, при разсчетномъ пролетѣ $l = 800$ cm, поперечной силѣ $Q_{max} = 20000$ kg и наибольшемъ изгибающемъ моментѣ $M = 4000000$ kg cm.

Высота балки принимается по ур. 40

$$h_1 = \frac{800}{12} = \sim 66 \text{ cm}.$$

Тогда будетъ по ур. 42:

$$h = 0{,}85 \,.\, 66 = \sim 56{,}1 \text{ cm},$$

и изъ ур. 41 получается толщина вертикальной стѣнки

$$\delta = \frac{\alpha \,.\, Q_{max}}{h \,.\, K_3} = \frac{1{,}25 \,.\, 20000}{56{,}1 \,.\, 800} = 0{,}56 \text{ cm}.$$

Такъ-какъ допускается δ не меньше 0,8 cm, то принимается

$$\delta = 1 \text{ cm}.$$

Разстояніе h_0 между центрама тяжести сѣченій верхняго и нижняго поясовъ берется по ур. 47

$$h_0 = 0{,}9\ h_1 = 0{,}9 \,.\, 66 = 59{,}4 \text{ cm}.$$

Площадь F каждаго изъ обоихъ поясовъ получается изъ ур. 49.

$$F = \frac{M \,.\, h_1}{K \,.\, h_0^2} - \frac{h_0 \delta}{6} = \frac{4000000 \,.\, 66}{1000 \,.\, 59{,}4^2} - \frac{59{,}4 \,.\, 1}{6} = 65 \text{ cm}^2.$$

Составимъ пояса изъ двухъ уголковъ и двухъ поясныхъ листовъ. Наименьшая ширина поясныхъ листовъ будетъ по ур. 43

$$b = 15 + 0{,}5\ l = 15 + 0{,}5 \,.\, 6{,}6 = 18{,}3.$$

Возьмемъ ширину ихъ

$$b = 22 \text{ cm}.$$

Примемъ толщину поясныхъ листовъ равною 1 cm. Они ослабляются двумя отверстіями для заклепокъ, поперечникъ которыхъ беремъ въ 2 cm.

Тогда площадь поперечнаго сѣченія netto поясныхъ листовъ получается

$$2\ (22 - 2 \,.\, 2) = 36 \text{ cm}^2$$

и для площади поперечнаго сѣченія обоихъ уголковъ остаются

$$65 - 36 = 29 \text{ cm}^2.$$

Уголки также ослабляются заклепочными отверстіями, такъ-что площадь сѣченія brutto ихъ будетъ

$$29 + 2 \,.\, 2 \,.\, 1 = 33 \text{ cm}^2,$$

если толщина полокъ принимается въ 1 cm.

Площадь сѣченія для одного уголка теперь будетъ

$$\frac{33}{2} = 16{,}5 \text{ cm}^2.$$

Этому, лучше всего, соотвѣтствуетъ по русскому сортаменту профиль № 9 : 90 . 90 . 10 mm съ площадью 17,13 cm².

Подставляя найденные размѣры въ ур. 45 и такимъ образомъ найденное точное значеніе для J въ ур. 44, въ которомъ $a = \frac{h_1}{2} = 33$ cm, получимъ

$$W = \frac{1}{33} \left\{ (22 \quad 2 \,.\, 2) \,.\, \frac{66^3}{12} - 2 \,.\, 1{,}5 \,.\, \frac{62^3}{12} - 2\ (8-2) \,.\, \frac{60^3}{12} - 2 \,.\, 1 \,.\, \frac{44^3}{12} \right\} = 4287 \text{ cm}^3.$$

Такъ-какъ требуемый моментъ сопротивленія

$$W = \frac{M}{K} = \frac{4000000}{1000} = 4000 \text{ см}^3,$$

то можно нѣсколько уменьшить площадь сѣченія поясныхъ листовъ, принимая ширину ихъ въ 20 cm.

Тогда получается

$$W = \frac{1}{33}\left\{(20-2.2)\frac{66^3}{12} - 2.0{,}5.\frac{62^3}{12} - 2(8-2).\frac{60^3}{12} - 2.1.\frac{44^3}{12}\right\} = 4037 \text{ cm}^3.$$

Это значеніе для W обладаетъ достаточной точностью.

Разстояніе e заклепокъ разсчитываютъ по формулѣ 54.

$$e = \frac{1{,}5.1000.2.1.53}{20000} = 7{,}95 \text{ cm}.$$

Разстояніе e увеличивается до середины, какъ выше сказано.

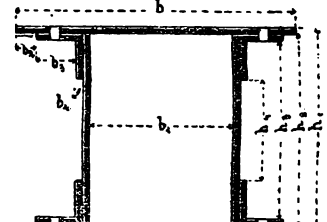
Формула 54 должна быть примѣняема въ этомъ случаѣ, потому-что $d > \delta$ (относ. $> 1{,}3\ \delta$ и $1{,}5\ \delta$), и поэтому смятіе стѣнокъ заклепочныхъ отверетій въ вертикальной стѣнѣ представляетъ наиболѣе опасное усиліе.

Стыки вертикальной стѣнки производятся двойными накладками. при чемъ располагаются на каждой сторонѣ стыка два ряда заклепокъ, разстояніе между которыми дѣлается въ 3 d, а разстояніе наружныхъ рядовъ отъ краевъ накладокъ въ $1{,}5$ d. Тогда ширина накладокъ будетъ 12 d.

Такъ-какъ разсчетъ клепанныхъ балокъ со сплошною стѣнкою очень затруднителенъ, то рекомендуется пользоваться таблицею № 21, въ которой составлены поперечныя сѣченія такихъ балокъ, соотвѣтственно величинѣ требуемыхъ моментовъ сопротивленія. Эта таблица составлена по H. Zimmermann: „Genietete Träger.“

Трубчатыя или коробчатыя клепанныя балки. Если требуется широкая опорная площадь, то клепанныя балки устраиваются трубчатаго или коробчатаго вида (черт. 9). Моментъ сопротивленія поперечнаго сѣченія такихъ балокъ также находится пробными разсчетами изъ формулы (черт. 9)

Черт. 9.

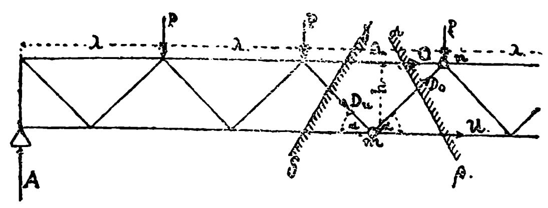


$$56.\quad W = \frac{2}{h_1}\left[(b-2d)\frac{h_1^3}{12} - (2b_2 + b_1)\frac{h_2^3}{12} - 2(b_3-d)\frac{h_3^3}{12} - 2b_4\frac{h_4^3}{12}\right].$$

Рѣшетчатыя балки. Напряженія въ отдѣльныхъ стержняхъ рѣшетчатыхъ балокъ разсчитываются по способу Риттера. Этотъ способъ разсчета заключается въ слѣдующемъ. Проводятъ сѣченіе $\alpha\beta$ черезъ рѣшетчатую балку (черт. 10), встрѣчающее три стержня ея, напр. O, U и D_0. Эти буквы пусть означаютъ одновременно напряженія въ указанныхъ разрѣзанныхъ стержняхъ. Если представляютъ себѣ снятую правую часть разрѣзанной балки и напряженія O, U и D_0 разрѣзанныхъ стержней дѣйствующими въ качествѣ внѣшнихъ силъ, то они должны находиться въ равновѣсіи со всѣми остальными внѣшними силами, дѣйстующими на балку. Теперь избираемъ для опредѣленія каждаго изъ напряженій O, U и D_0, какъ точку вращенія моментовъ силъ, точку пересѣченія направленій обоихъ остальныхъ напряженій. Въ случаѣ равновѣсія сумма моментовъ всѣхъ на балку дѣйствующихъ силъ должна равняться нулю. Такъ-какъ моменты напряженій, проходящихъ черезъ точку вращенія, равняются нулю, то входитъ въ каждое изъ уравненій для опредѣленія напряженій одна лишь неизвѣстная величина, представляющая искомое напряженіе.

Моменты вращенія по направленію движенія стрѣлки часовъ должны быть принимпемы положительными, а по обратному направленію — отрицательными.

Черт. 10.



Для опредѣленія напряженія O разсмотримъ точку пересѣченія m напряженій U и D_0 какъ точку вращенія.

Если M означаетъ моментъ внѣшнихъ силъ и h — разстояніе между точками тяжести поперечныхъ сѣченій поясовъ, то получимъ

$$57.\quad M + O.h, \text{ откуда } 58.\quad O = -\frac{M}{h},$$

и такъ-какъ

$$M = A.2{,}_5\lambda - P.1{,}_5\lambda - P.0{,}_5\lambda, \text{ то будетъ } O = -\frac{A.2{,}_5\lambda - P.1{,}_5\lambda - P.0{,}_5\lambda}{h}.$$

Отрицательный знакъ означаетъ сжимающее напряженіе.

Для опредѣленія напряженія U выберемъ точку пересѣченія n напряженій O и D_0 въ качествѣ точки вращенія.

Тогда получимъ

$$59.\quad M - Uh = 0, \text{ откуда } 60.\quad U = \frac{M}{h},$$

и такъ-какъ

$$M = A.3\lambda - P.2\lambda - P.\lambda, \text{ то будетъ } U = \frac{A.3\lambda - P.2\lambda - P.\lambda}{h}.$$

Положительный знакъ означаетъ растягивающее напряженіе.

Такъ-какъ точка пересѣченія обоихъ параллельныхъ поясовъ находится въ безконечности, то опредѣляются напряженія D_0 и D_u въ зависимости отъ вертикальной поперечной силы Q. Если послѣдняя на лѣвой сторонѣ направлена вверхъ, то она принимается положительною, а при обратномъ направленіи — отрицательною.

Для опредѣленія напряженія D_0, послѣднее разлагается по вертикальному и горизонтальному направленіямъ. Вертикальная составляющая будетъ D. cos α. Эта составляющая должна находиться въ равновѣсіи съ вертикальною поперечною силою Q. Поэтому получается

$$61.\quad Q + D_0 . \cos\alpha = 0, \text{ откуда } 62.\quad D_0 = -\frac{Q}{\cos\alpha}.$$

При опредѣленіи напряженія D_u поступаютъ равнымъ образомъ, какъ при опредѣленіи напряженія D_0. Проводя сѣченіе $\gamma\delta$, получимъ

$$63.\quad Q - D_u . \cos\alpha = 0, \text{ откуда } 64\quad D_u = \frac{Q}{\cos\alpha}.$$

Изъ ур. 62 и 64 слѣдуетъ, что раскосы, подымающіеся отъ опоръ до середины балки, будутъ сжаты, а раскосы, опускающіеся отъ опоръ до середины балки, будутъ растянуты.

Растянутые стержни рѣшетчатой балки разсчитываются на растяженіе, а сжатые — на продольный изгибъ.

Раскосныя фермы разсчитываются подобнымъ образомъ, какъ рѣшетчатыя фермы.

Разсчетъ желѣзо-бетонныхъ плитъ*) (Monier, Hennebique и др.). Въ большинствѣ случаевъ желѣзо-бетонныя плиты различныхъ системъ могутъ быть разсматриваемы какъ балки съ закрѣпленными концами.

Тогда изгибающій моментъ силы P, дѣйствующей въ серединѣ плиты, $M = \frac{Pl}{8}$ (таблица № 19, случай 13), а моментъ равномѣрно распредѣленной нагрузки Q будетъ $M = \frac{Ql}{12}$ (таблица № 19, случай 12). Если желѣзо-бетонныя плиты разсматриваются какъ балки, свободно лежащія концами на обѣихъ опорахъ, то изгибающій моментъ силы P въ серединѣ плиты $M = \frac{Pl}{4}$ (таблица № 19, случай 5), а моментъ равномѣрно распредѣленной нагрузки Q будетъ $M = \frac{Ql}{8}$ (таблица № 19, случай 4).

---

*) По Wilhelm Ritter'у: „Die Bauweise Hennebique". Schweizerische Bauzeitung 1899 № 5—7. См.: Разсчетъ желѣзобетонныхъ сооруженій.

При правильномъ разсчетѣ желѣзо-бетонныхъ плитъ прежде всего слѣдуетъ принимать во вниманіе различность бетона и желѣза, а именно отношеніе коэффиціентовъ упругости этихъ матеріаловъ.

Коэффиціентъ упругости бетона очень различенъ, смотря по составу и по роду приготовленія бетона и смотря по качествамъ употребленныхъ для него матеріаловъ. По новѣйшимъ опытамъ коэффиціентъ упругости бетона E_b можетъ быть принимаемъ въ 200 000 kg/cm².

Если приблизительно принимаютъ коэффиціентъ упругости желѣза $E_e = 2\,000\,000$ kg/cm, то отношеніе

$$65. \quad \alpha = \frac{E_e}{E_b} = \frac{2\,000\,000}{200\,000} = 10.$$

Напряженія въ бетонѣ почти независимы отъ значенія для отношенія α, между тѣмъ какъ напряженіе въ желѣзѣ, при большемъ значеніи для α, гораздо больше выходитъ изъ разсчета.

При разсчетѣ напряженія въ желѣзѣ сперва предположимъ, что желѣзо и также бетонъ сопротивляются растягивающимъ усиліямъ. Въ виду этого, слѣдуетъ изслѣдовать, превосходятъ ли дѣйствительныя растягивающія напряженія въ бетонѣ временное сопротивленіе его разрыву или нѣтъ. Въ первомъ случаѣ въ бетонѣ могутъ произойти трещины.

Затѣмъ слѣдуетъ опредѣлить величину напряженія въ желѣзѣ, если одно лишь послѣднее сопротивляется растягивающимъ усиліямъ, а сопротивленіе бетона растяженію не принимается въ разсчетъ.

Прочное сопротивленіе желѣза принимается, какъ прежде, въ 1000 kg/cm².

Для разсчета напряженій въ желѣзо-бетонной плитѣ представляютъ себѣ вырѣзанную изъ нея полосу такой ширины, чтобы она содержала въ себѣ одинъ лишъ желѣзный стержень (черт. 11).

Черт. 11.

Пусть означаютъ:

b — ширину вырѣзанной полосы въ cm,

h — толщину ея въ cm,

e — разстояніе центра тяжести поперечнаго сѣченія затрамбованнаго въ бетонѣ желѣзнаго стержня отъ нижняго края сѣченія плиты въ cm,

F_e — площадь поперечнаго сѣченія желѣзнаго стержня въ cm²,

M_b — изгибающій моментъ въ kg/cm, дѣйствующій на полосу шириною въ b cm,

F — площадь поперечнаго сѣченія полосы, разсматриваемой вмѣстѣ съ затрамбованнымъ желѣзнымъ стержнемъ какъ однородное тѣло.

Для разсчета напряженій въ желѣзо-бетонной плитѣ, вызываемыхъ изгибающимъ моментомъ M_b въ данномъ поперечномъ сѣченіи, помножаютъ F_e на α и получаютъ тогда, въ виду выше сказаннаго, для поперечнаго сѣченія плиты

$$66. \quad F = b.h + \alpha.F_e.$$

Статическій моментъ S такимъ образомъ увеличеннаго поперечнаго сѣченія F относительно верхняго края его будетъ

$$67. \quad S = b.h.\frac{h}{2} + \alpha.F_e.(h - e).$$

Линію тяжести или нейтральной оси сѣченія опредѣляютъ, разсчитывая разстояніе Y_1 ея отъ верхняго края сѣченія, по формулѣ

$$68. \quad Y_1 = \frac{S}{F}, \text{ откуда } 68a. \quad Y_2 = h - Y_1$$

гдѣ Y_2 — разстояніе нейтральной оси отъ нижняго края сѣченія. Тогда моментъ инерціи J сѣченія F относительно верхняго края его получается изъ формулы

$$69.\quad J = \frac{b.\,h^3}{3} + \alpha\,.\,F_e\,.\,(h-e)^2,$$

и моментъ инерціи J_s сѣченія F относительно нейтральной оси по формулѣ

$$70.\quad J_s = J - F.\ Y_1^2.$$

При помощи найденныхъ такимъ образомъ значеній для J_s, Y_1 Y_2 можно опредѣлить, по ур. 22 и 22 а, наибольшее сжимающее напряженіе въ бетонѣ σ_d, наибольшее растягивающее напряженіе въ бетонѣ σ_z и наибольшее растягивающее напряженіе въ желѣзѣ σ_e, и получаютъ

$$71.\quad \sigma_d = \frac{Y_1\,.\,M_d}{J_s},\qquad 72.\quad \sigma_z = \frac{Y_2\,.\,M_b}{J_s}\quad \text{и}\quad 73.\quad \sigma_e = \alpha\,\frac{(Y_2 - e)\,.\,M_b}{J_s}.$$

Во второмъ случаѣ, т. е. если одно лишь желѣзо должно сопротивляться растягивающимъ усиліямъ, то разсчитываютъ растягивающее напряженіе въ желѣзо σ_e слѣдующимъ образомъ.

Предположимъ, что нейтральная ось сѣченія имѣетъ только-что найденное положеніе. Тогда точка A приложенія равнодѣйствующей сжимающихъ напряженій въ бетонѣ лежитъ въ верхней трети разстоянія Y_1, а положеніе точки B приложенія равнодѣйствующей Z растягивающихъ напряженій въ желѣзѣ принимается съ достаточною точностью въ центрѣ тяжести поперечнаго сѣченія желѣзной арматуры. Тогда разстояніе AB $=$ x получается изъ уравненія

$$74.\quad x = h - \frac{Y_1}{3} - e,$$

а равнодѣйствующая Z изъ уравненія

$$75.\quad M_b = Z\,.\,x,\ \text{откуда}\ 76.\quad Z = \frac{M_b}{x}.$$

Наконецъ разсчитывается σ_e изъ ур. 1:

$$77.\quad \sigma_e = \frac{Z}{F_e}.$$

Для вторoго случая разсчета положеніе нейтральной оси нѣсколько измѣняется; но это измѣненіе имѣетъ на величину напряженій въ плитѣ столь незначительное вліяніе, что можно пренебрегать имъ.

При предлагаемыхъ способахъ разсчета предположено, что размѣры поперечнаго сѣченія желѣзобетонной плиты извѣстны. Если размѣры не извѣстны, то принимаютъ, что нейтральная ось сѣченія находится въ серединѣ высоты его, и предварительно опредѣляютъ h для ширины плиты въ 100 cm изъ уравненія

$$78.\quad M = K_2\,.\,\frac{100\,.\,h^2}{6},\ \text{откуда}\ 79.\quad h = \sqrt{\frac{6\,.\,M}{K_2\,.\,100}} = \sqrt{\frac{6\,.\,M}{24\,.\,100}} \sim 0{,}05\,\sqrt{M}\ \text{cm}$$

и F_e', т.-е. площадь поперечнаго сѣченія желѣзной арматуры, принадлежащей къ плитѣ шириною въ 100 cm, изъ уравненія

$$80.\quad M = K_1\,.\,F_e'\,.\,(\tfrac{5}{6}h - e),\ \text{откуда}\ 81.\quad F_e' = \frac{M}{K_1\,(\tfrac{5}{6}h - e)} = \frac{M}{1000\,(\tfrac{5}{6}h - \tfrac{1}{6}h)} = 0{,}6\,h\ \text{cm}^2$$

F_e' распредѣляется на нѣкоторые стержни, расположенные на подходящемъ разстояніи другъ отъ друга.

Въ этихъ уравненіяхъ означаютъ:

$K_2 = 24-30$ kg/cm² — прочное сопротивленіе бетона сжатію и
$K_1 = 800-1000$ kg/cm² — прочное сопротивленіе желѣза растяженію.

При помощи этихъ предварительныхъ размѣровъ производится точный разсчетъ напряженій по выше показаннымъ формуламъ.

Примѣръ. Желѣзо-бетонная плита должна выдерживать равномѣрно распредѣленную нагрузку Q, при чемъ плита разсматривается какъ балка, свободно лежащая на обѣихъ опорахъ. Разстояніе l балокъ другъ отъ друга, поддерживающихъ плиту, составляетъ 160 cm. Полная нагрузка p принимается въ 1500 kg/m². Ширина плиты принимается для предварительнаго разсчета въ 100 cm, а разстояніе желѣзной арматуры отъ нижней грани плиты e въ 2 cm.

$$\text{Тогда } Q = p \,.\, l = 1500 \,.\, 1{,}6 = 2400 \text{ kg и } M = \frac{Ql}{8} = \frac{2400 \,.\, 160}{8} = 48000 \text{ kgcm.}$$

Теперь опредѣлимъ предварительные размѣры плиты и желѣзной арматуры

$$\text{по ур. 79,} \quad h = \sqrt{\frac{6 \,.\, M}{K_2 \,.\, 100}} = \sqrt{\frac{6 \,.\, 48000}{30 \,.\, 100}} = \sqrt{96} = \sim 10 \text{ cm.}$$

$$\text{По ур. 81} \quad F_c' = \frac{M}{K_1 \, (5/6\, h - e)} = \frac{48000}{1000 \, (5/6 \,.\, 10 - 2)} = 7{,}6 \text{ cm}^2.$$

Число стержней въ плитѣ должно составлять 5. Тогда получается для каждаго изъ нихъ площадь поперечнаго сѣченія $F'_e = \frac{7{,}6}{5} = 1{,}52$ cm². Примемъ вмѣсто этого значенія $F_e = 1{,}54$ cm², то поперечникъ круглаго стержня будетъ $d = 1{,}4$ cm.

Ширина b разсматриваемой полосы плиты получается $b = \frac{100}{5} = 20$ cm, а моментъ, дѣйствующій на эту полосу, $M_b = \frac{M}{5} = \frac{48000}{5} = 9600$ kg/cm.

Теперь, по ур. 66,

$$F = b \,.\, h + \alpha \,.\, F_e = 20 \,.\, 10 + 10 \,.\, 1{,}54 = 215{,}4 \text{ cm}^2;$$

по ур. 67,

$$S = b \,.\, h \,.\, \frac{h}{2} + \alpha \,.\, F_e \, (h-e) = 20 \,.\, 10 \,.\, \frac{10}{2} + 10 \,.\, 1{,}54 \,.\, (10-2) = 1123{,}2 \text{ cm}^3;$$

по ур. 68,

$$Y_1 = \frac{S}{F} = \frac{1123{,}2}{215{,}4} = 5{,}2 \text{ cm};$$

по ур. 68 а,

$$Y_2 = h - Y_1 = 10 - 5{,}2 = 4{,}8 \text{ cm};$$

по ур. 69,

$$J = \frac{b \,.\, h^3}{3} + \alpha \,.\, F_e \, (h-e)^2 = \frac{20 \,.\, 10^3}{3} + 10 \,.\, 1{,}54 \,.\, (10-2)^2 = 7652 \text{ cm}^4;$$

по ур. 70,

$$J_s = J - F \,.\, Y_1^2 = 7652 - 215{,}4 \,.\, 5{,}2^2 = 1828 \text{ cm}^4,$$

и наконецъ получаются, по ур. 71

$$\sigma_d = \frac{Y_1 \,.\, M_b}{J_s} = \frac{5{,}2 \,.\, 9600}{1828} = 27{,}3 \text{ kg/cm}^2;$$

по ур. 72,

$$\sigma_z = \frac{Y_2 . M_b}{J_s} = \frac{4,8.9600}{1828} = 25,2 \ \text{kg/cm}^2;$$

по ур. 73,

$$\sigma_e = \alpha . \frac{(Y_2 - e) . M_b}{J_s} = 10 . \frac{(4,8 - 2) . 9600}{1828} = 147 \ \text{kg/cm}^2.$$

Всѣ эти напряженія не превосходятъ допускаемыхъ. Предположимъ теперь, что одни лишь желѣзные стержни сопротивляются растягивающимъ усиліямъ.

По ур. 74,

$$x = h - \frac{Y_1}{3} - e = 10 - \frac{5,2}{8} - 2 = 6,27 \ \text{cm}.$$

Тогда по ур. 76

$$Z = \frac{M_b}{x} = \frac{9600}{6,27} = 1531 \ \text{kg}$$

и по ур. 77

$$\sigma_e = \frac{Z}{F_e} = \frac{1531}{1,54} = 995 \ \text{kg/cm}^2.$$

При этомъ предположеніи напряженіе въ желѣзѣ также не превосходитъ допускаемаго.

Если распредѣляютъ площадь $F_e' = 7,6$ cm² на 10 стержней, расположенныхъ на разстояніи въ 10 cm другъ отъ друга, тогда поперечникъ каждаго изъ стержней $d = 1$ cm и напряженія получаются:

$$\sigma_d = 31,6 \ \text{kg/cm}^2, \ \sigma_z = 28 \ \text{kg/cm}^2 \text{ и } \sigma_e = 171 \ \text{kg/cm}^2.$$

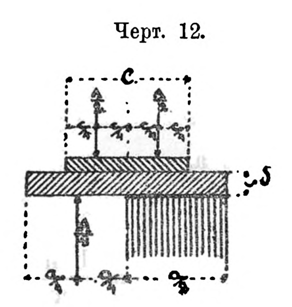
При другомъ предположеніи будетъ $\sigma_e = 987$ kg/cm².

Эти напряженія также можно допускать, если бетонъ тщательно приготовленъ изъ хорошихъ матеріаловъ.

Разсчетъ опорныхъ подушекъ для балокъ. a. Скользящія опоры. Ширина и длина плоскихъ или скользящихъ опорныхъ подушекъ опредѣляется по величинѣ наибольшаго допускаемаго давленія на кладку подъ подушками.

Если означаютъ:

Черт. 12.



A — опорное давленіе балки въ kg,
K_2 — прочное сопротивленіе кладки сжатію въ kg/cm²,
a — ширину подушки въ cm,
l — длину подушки въ cm и
δ — толщину подушки въ cm,

тогда

$$82. \ l . a . K_2 = A, \text{ откуда } 83. \ l . a = \frac{A}{K_2}.$$

Принимается:

для обыкновенной кирпичной кладки	$K_2 = 7$ kg/cm²,
„ кладки изъ клинкеровъ на цементномъ растворѣ	$K_2 = 15$ kg/cm²,
„ песчаника	$K_2 = 20$ kg/cm²,
„ гранита	$K_2 = 30$ kg/cm².

Если ширина a и длина l подушки опредѣлены изъ ур. 83, то слѣдуетъ разсчитать толщину δ ея. Для этой цѣли предполагается, что половины опорнаго давленія A (черт. 12) дѣйствуютъ въ середины обѣихъ половинъ скользящей плиты шириною c. Эти половины опорнаго давленія вызываютъ опорныя сопротивленія равной величины, равномѣрно распредѣленныя по обѣимъ половинамъ подушки. Точка приложенія равнодѣйствующей равномѣрно распредѣленныхъ сопротивленій находится въ серединѣ половины ширины a подушки. Тогда моментъ относительно сѣченія по серединѣ подушки

$$84.\ M = \frac{A}{2}\left(\frac{a}{4} - \frac{c}{4}\right),$$

и моментъ сопротивленія указаннаго сѣченія

$$85.\ W = \frac{l\delta^2}{6}.$$

По прежнему

$$86.\ \frac{A}{2}\left(\frac{a}{4} - \frac{c}{4}\right) = \frac{l\delta^2}{6}.K, \text{ откуда } 87.\ \delta = {}^1/_2 \sqrt{\frac{3A.(a-c)}{l.K}}.$$

Въ этихъ уравненіяхъ означаетъ K прочное сопротивленіе матеріала подушки изгибу, которое принимается для чугуна въ 250 kg/cm² и для литой стали въ 1200 kg/cm².

Отношеніе сторонъ подушки a : l должно быть принимаемо не меньше 1 : 2.

Примѣръ. Требуется разсчитать скользящую опорную подушку изъ чугуна для балки съ опорнымъ давленіемъ A = 12 000 kg. Ширина скользящей плиты c = 22 cm и ширина подушки a = 30 cm. Кладка подъ подушкою должна производиться изъ клинкеровъ на цементномъ растворѣ, для которой $K_2 = 15$ kg/cm².

Прочное сопротивленіе чугуна изгибу $K_2 = 250$ kg/cm².

По ур. 83 получается

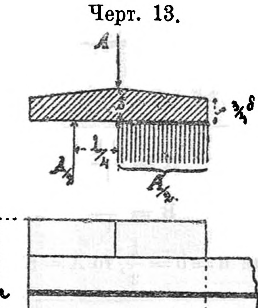
$$l.a = \frac{A}{K_2}, \text{ откуда } l = \frac{A}{a.K_2} = \frac{12000}{30.15} = \sim 27 \text{ cm}.$$

По ур. 87

$$\delta = {}^1/_2 \sqrt{\frac{3A.(a-c)}{l.K}} = {}^1/_2 \sqrt{\frac{3.12000\ (30-22)}{27.250}} = \sim 3{,}5 \text{ cm}.$$

б. Тангенціальныя опоры. Длина l и ширина a тангенціальной опорной подушки разсчитываются, какъ при скользящей опорѣ. Для опредѣленія толщины δ подушки въ серединѣ предполагается, что опорное сопротивленіе A распредѣляется по всей подушкѣ. Тогда моментъ, стремящійся изломать подушку по серединѣ (черт. 13),

Черт. 13.



$$88.\ M = \frac{A}{2} \cdot \frac{l}{4} = \frac{Al}{8},$$

и моменты сопротивленія сѣченія подушки по серединѣ ея

$$89.\ W = \frac{a.\delta^2}{6}.$$

По прежнему

$$90.\ \frac{Al}{8} = \frac{a.\delta^2}{6}.K, \text{ откуда } 91.\ \delta = {}^1/_2.\sqrt{\frac{3A.l}{a.K}}.$$

Примѣръ. Требуется разсчитать тангенціальную опорную подушку изъ чугуна для балки съ опорнымъ давленіемъ A = 15 000 kg. Кладка подъ подушкою состоитъ изъ клинкеровъ на цементномъ растворѣ. Тогда $K_2 = 15$ kg/cm² и K = 250 kg/cm².

Скользящая плита балки имѣетъ ширину въ 24 cm, и ширина подушки принимается a = 32 cm. По ур. 83 получается

$$1 . a = \frac{A}{K_2}, \text{ откуда } 1 = \frac{A}{a . K_2} - \frac{15000}{32 . 15} = \sim 32 \text{ cm.}$$

Толщина δ подушки разсчитывается по формулѣ 91:

$$\delta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 \ A . l}{a . K}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 . 15000 . 32}{32 . 250}} = \sim 7 \text{ cm.}$$

№ 19.

Таблица моментовъ сопротивленія и вертикальныхъ опорныхъ сопротивленій для различныхъ случаевъ нагрузки и закрѣпленія балокъ.

P — сосредоточенный грузъ, Q — равномѣрно распредѣленная по длинѣ балки нагрузка, A и B — сопротивленія опорныхъ точекъ балки, K — допускаемое прочное сопротивленіе матеріала.

№	Родъ нагрузки и закрѣпленія балки.	Требуемый моментъ сопротивленія поперечнаго сѣченія $W = \frac{I}{a} = \frac{M}{K}$	Вертикальныя сопротивленія опорныхъ точекъ A и B.
1		$\frac{Ql}{2K}$	$A = Q$
2		$\frac{Pl}{K}$	$A = P$
3		$\frac{Pa}{K}$	$A = P$
4		$\frac{Ql}{8K}$	$A = B = \frac{Q}{2}$
5		$\frac{Pab}{lK}$ Если $a = b = \frac{l}{2}$, то $\frac{Pl}{4K}$	$A = \frac{Pb}{l}$ $B = \frac{Pa}{l}$ Если $a = b = \frac{l}{2}$, то $A = B = \frac{P}{2}$
6		$\frac{A^2 a}{2QK}$	$A = \frac{Q(2b + a)}{2l}$ $B = \frac{Qa}{2l}$

№	Родъ нагрузки и закрѣпленія балки.	Требуемый моментъ сопротивленія поперечнаго сѣченія $W = \frac{l}{a} = \frac{M}{K}$	Вертикальныя сопротивленія опорныхъ точекъ A и B.
7		$\frac{A^2 a}{2QK}$, если $A \leqq Q$; $\frac{B^2 c}{2QK}$, если $A \geqq Q$; $\frac{Q a}{2 K}$, если $a = b$ и $Q_1 = Q$	$A = \frac{Q(2l - a) + Q_1 c}{2l}$ $B = \frac{Q_1 (2l - c) + Q a}{2l}$
8		$\frac{A}{K}\left(a + \frac{A b}{2 Q}\right)$	$A = \frac{Q(2c + b)}{2l}$ $B = \frac{Q(2a + b)}{2l}$
9		$\frac{A^2 a}{2QK}$, если $A \leqq Q$ $\frac{B^2 c}{2QK}$, если $A \geqq Q$	$A = \frac{Q(2l - a) + Qc}{2l}$ $A = \frac{Q_1 (2l - c) + Qa}{2l}$
10		$\frac{A^2 a l}{2K(Q_1 l + Qa)}$, если $B \geqq \frac{Q b}{l}$; $\frac{B^2 l}{2QK}$, если $A \leqq \frac{Q b}{l}$;	$A = \frac{Q}{2} + Q_1 = \frac{Q_1 a}{2l}$ $B = \frac{Q}{2} + \frac{Q_1 a}{2l}$
11		$\frac{A a}{K}$, если $A \leqq P$ $\frac{B c}{K}$, если $A \leqq P_1$	$A = \frac{P(b + c) + P_1 c}{l}$ $B = \frac{P a + P_1 (a + b)}{l}$
12		$\frac{Q l}{12 K}$	$A = B = \frac{Q}{2}$
13		$\frac{P a b 2}{l^2 K}$ Если $a = b = \frac{l}{2}$, то $\frac{P l}{8 K}$	$A = \frac{P b}{l}$ $B = \frac{P a}{l}$ Если $a = b = \frac{l}{2}$, то $A = B = \frac{P}{2}$
14		$\frac{Q l}{8 K}$	$A = B = \frac{Q}{2}$

№ 20.

Таблица моментовъ инерціи и сопротивленія наиболѣе употребительныхъ поперечныхъ сѣченій.

Поперечное сѣченіе.	Моментъ инерціи J	Моментъ сопротивленія W
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$
	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^3}{6}$
	$\frac{b}{12}(H^3-h^3)$	$\frac{b}{64}(H^3-h^3)$
	$\frac{h_4}{12}$	$0{,}1178\,h^3$
	$\frac{5\sqrt{3}}{16}r^4 = 0{,}5413\,r^4$	$\frac{5}{8}r^3$
	$\frac{5\sqrt{3}}{16}r^4 = 0{,}5413\,r^4$	$0{,}5413\,r^3$

Поперечное сѣченіе.	Моментъ инерціи J	Моментъ сопротивленія W
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{24}$
	$\frac{1+2\sqrt{2}}{6} r^4 = 0{,}6381\, r^4$	$0{,}6906\, r^3$
	$J = \frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{36\,(2b + b_1)} h^3$ $a = \frac{1}{3} \cdot \frac{3b + 2b_1}{2b + b_1} h$	$\frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{12\,(3b + 2\,b_1)} h^2$
	$\frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4} = 0{,}0491 d^4 = 0{,}7854 r^2$	$\frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi r^3}{4} = 0{,}0982 d = 0{,}7854 r^3$
	$\frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = \frac{\pi}{4} (R^4 - r^4)$	$\frac{\pi}{32} \cdot \frac{(D^4 - d^4)}{D} = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{R^4 - r^4}{R}$
	$\frac{\pi ba^3}{4} = 0{,}7854 ba^3$	$\frac{\pi ba^2}{4} = 0{,}7854 ba^2$
	$0{,}0491\ (BH^3 - bh^3)$	$\frac{0{,}0982\,(BH^3 - bh^3)}{H}$

Поперечное сѣченіе	Моментъ инерціи J	Моментъ сопротивленія W
	$r^4\left(\frac{\pi}{8}-\frac{8}{9\pi}\right)=0{,}1098r^4$	$W_1=0{,}1908r^3$ $W_2=0{,}2587r^3$
	$0{,}1098\,(R^4-r^4)-\frac{0{,}283\,R^2r^2\,(R-r)}{R+r}$ приблизительно $=0{,}3\delta r_1^{\,3}$	$a_1=\frac{4}{3\pi}\cdot\frac{R^2+Rr+r^2}{R+r}$ $a_2=R-a_1$
	$\frac{1}{12}\left[\frac{3\pi}{16}d_4+b\,(h^3-d^3)+b^3(h-d)\right]$	$\frac{1}{6h}\left[\frac{3\pi}{16}d^4+b\,(h^3-d^3)+b^3(h-d)\right]$
	$\frac{1}{12}\left(a^4-\frac{3\pi}{16}d^4\right)$	$\frac{1}{6a}\left(a^4-\frac{3\pi}{16}d^4\right)$
	$\frac{A^4-a^4}{12}$	$\frac{1}{6}\,\frac{A^4-a^4}{A}$
	$\frac{BH^3-bh^3}{12}$	$\frac{BH^3-bh^3}{64}$
	$\frac{A^4-a^4}{12}$	$\frac{A^4-a^4}{12\,A}\cdot\sqrt{2}=1{,}178\,\frac{A^4-a^4}{A}$

Поперечное сѣченіе.	Моментъ инерціи J	Моментъ сопротивленія W
	$\frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$\frac{BH^3 - bh^3}{6H}$
	$\frac{1}{3} \cdot \left[Ba_1{}^3 - B_1 h^3 + ba_2{}^3 - b_1 h_1{}^3 \right]$	$a_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta H^2 + B_1 d^2 + b_1 d_1 (2H - d_1)}{\delta H + B_1 d + b_2 d_1}$ $a_2 = H - a_1$
	$\frac{b(h^3 - h^3{}_1) + b_1 (h_1{}^3 - h_2{}^3)}{12}$	$\frac{b(h^3 - h_1{}^3) + b_1 (h_1{}^3 - h_2{}^3)}{6h}$
	$\frac{BH^3 + bh^3}{12}$	$\frac{BH^3 + bh^3}{6H}$
	$\frac{1}{3} \left[Ba_1{}^3 - bh^3 + d_1 a_2{}^3 \right]$	$a_1 = \frac{1}{2} \frac{d_1 H_2 + bd^2}{d_1 H + bd}$
	$\frac{bh^3 - (b - b_2) h_1{}^3 + b_1 h_2{}^3}{12}$	$\frac{bh^3 - (b - b_2) h_1{}^3 + b_1 h_2{}^3}{6h}$

Поперечное сѣченіе.	Моментъ инерціи J	Моментъ сопротивленія W
	$\frac{1}{12}\left[2(b^4-b_2^4)+(b_1-b_3)\,b_4^3\right]$	$\frac{2\,(b^4-b_2^4)+(b_1-b_3)\,b_4^3}{6b}$
	$\frac{BH^3+bh^3}{12}$	$\frac{BH^3+bh^3}{6H}$
	$\frac{B^4-3\pi r^4+b_2\,H^3+(b-b_1)\,h^3}{12}$	$W=\frac{J}{a}$, где a разстояніе наиболѣе напряженнаго волокна отъ нейтральной оси.
	$\frac{3\pi(R^4-r^4)+b_2\,H^3+(b-b_1)\,h^3}{12}$	$W=\frac{J}{a}$, гдѣ a разстояніе наиболѣе напряженнаго волокна отъ нейтральной оси.
	$\frac{1}{12}\left[b\,(h^3-h_1^3)+b_1\,(h_1^3-h_2^3)+b_2(h_2^3-h_3^3)+\delta h_3^3\right]$	$W=\frac{2J}{h}$, b и b_1 за исключеніемъ поперечниковъ отверстій для заклепокъ.
	$\frac{1}{12}\left[b_1(h_1^3-h_2^3)+b^2(h_2^3-h_3^3)+\delta h_3^3\right]-\frac{1}{2}\,db_2\left(\frac{h_2+h_3}{2}\right)^2$	$W=\frac{2J}{h_1}$
	$\left(0{,}103+0{,}186\,\frac{h}{b}\right)h^2\delta$ h и δ въ mm, J приблизительно въ cm^4.	$\left(0{,}196+0{,}354\,\frac{h}{b}\right)h\delta$ h и δ въ mm, W приблизительно въ cm^3 для погоннаго метра ширины.
Желѣзнодорожные рельсы.	$J=0{,}035\,h^4$	$W=0{,}07\,h^3$

h = высота рельса въ cm.

№ 21.

Таблица моментовъ сопротивленія и вѣсовъ клепанныхъ балокъ съ поясными листами и безъ нихъ*).

а. Моменты сопротивленія и вѣсы клепанныхъ балокъ безъ поясныхъ листовъ.

Высота стѣнки h_1	2 уголка 60.60.8 mm. Толщина стѣнки = 0,8 cm. Поперечн. заклеп. = 1,6 cm.			2 уголка 65.65.9 mm. Толщина стѣнки = 0,9 cm. Поперечн. заклеп. = 1,8 cm.			2 уголка 70.70.10 mm. Толщина стѣнки = 1,0 cm. Поперечн. заклеп. = 2,0 cm.			2 уголка 75.75.10 mm. Толщина стѣнки = 1,0 cm. Поперечн. заклеп. = 2,0 cm.		
cm	$W_{0'}$ cm³	W_0 cm³	g_0 kg	$W_{0'}$ cm³	W_0 cm³	g_0 kg	$W_{0'}$ cm³	W_0 cm³	g_0 kg	$W_{0'}$ cm³	W_0 cm³	g_0 kg
20	273	259	40,4	320	300	48,0	370	341	56,1	393	361	59,3
25	371	262	43,5	434	419	51,5	502	479	60,1	533	507	63,2
30	476	472	46,7	558	549	55,0	644	629	64,0	684	665	67,1
35	588	590	49,8	689	687	58,5	796	789	67,9	845	834	71,0
40	707	715	52,9	828	834	62,1	956	958	71,8	1015	1012	74,9
45	834	847	56,0	976	988	65,6	1125	1136	75,7	1194	1200	78,8
50	967	986	59,2	1131	1151	69,1	1303	1323	79,6	1382	1396	82,7
55	1107	1132	62,3	1293	1321	72,6	1490	1519	83,4	1578	1602	86,6
60	1253	1285	65,4	1464	1499	76,1	1685	1723	87,3	1783	1816	90,4

б. Моменты сопротивленія и вѣсы клепанныхъ балокъ безъ поясныхъ листовъ и съ ними.

Высота стѣнки h_1	2 уголка 80.80.10 mm. Толщина стѣнки = 1,0 cm. Поперечникъ заклепокъ = 2,0 cm.				
	Безъ поясныхъ листовъ			1 пояс. листъ 180.10 mm	2 пояс. листа 180.10 mm
cm	$W_{0'}$ cm³	W_0 cm³	g_0 kg	W_1 cm³	W_2 cm³
30	724	700	70,2	1077	1462
35	894	878	74,1	1321	1771
40	1073	1065	78,0	1575	2092
45	1261	1262	81,9	1839	2422
50	1458	1468	85,8	2112	2762
55	1664	1683	89,7	2395	3112
60	1879	1907	93,6	2686	3470
65	2102	2139	97,5	2986	3838
70	2333	2380	101,4	3294	4214
75	2573	2630	105,3	3612	4599
80	2822	2888	109,2	3938	4992
85	3079	3154	113,1	4273	5394
90	3344	3429	117,0	4615	5805
95	3617	3712	120,9	4967	6224
100	3900	4004	124,8	5326	6652
105	4190	4305	128,7	5695	7088
110	4498	4613	132,6	6071	7533
115	4796	4930	136,5	6456	7985
120	5111	5255	140,4	6849	8447
125	5435	5589	144,3	7252	8917
130	5768	5931	148,2	7662	9395
	$g_1 = g_0 + 28{,}1$ kg/m; $g_2 = g_0 + 56{,}2$ kg/m				

Высота стѣнки h_1	2 уголка 90.90.12 mm. Толщина стѣнки = 1,0 cm. Поперечникъ заклепокъ = 2,4 cm.				
	Безъ поясныхъ листовъ			1 пояс. листъ 200.12 mm	2 пояс. листа 200.12 mm
cm	$W_{0'}$ cm³	W_0 cm³	g_0 kg	W_1 cm³	W_2 cm³
30	898	845	86,3	1331	1831
35	1105	1061	90,2	1632	2217
40	1323	1288	94,1	1946	2616
45	1551	1525	98,0	2270	3025
50	1787	1772	101,9	2603	3446
55	2033	2028	105,8	2947	3876
60	2287	2273	109,7	3300	4316
65	2550	2567	113,6	3662	4765
70	2822	2850	117,5	4032	5225
75	3102	3141	121,4	4412	5692
80	3391	3441	125,3	4800	6168
85	3688	3749	129,2	5198	6653
90	3994	4067	133,1	5603	7147
95	4308	4392	137,0	6017	7649
100	4630	4726	140,9	6440	8161
105	4962	5069	144,8	6871	8180
110	5301	5420	148,7	7311	9208
115	5648	5779	152,6	7759	9745
120	6004	6147	156,5	8216	10290
125	6369	6523	160,4	8680	10844
130	6742	6908	164,3	9154	11406
	$g_1 = g_0 + 37{,}4$ kg/m; $g_2 = g_0 + 74{,}9$ kg/m				

Высота стѣнки h_1	2 уголка 100.100.13 mm. Толщина стѣнки = 1,0 cm. Поперечникъ заклепокъ = 2,6 cm.				
	Безъ поясныхъ листовъ			1 пояс. листъ 230.13 mm	2 пояс. листа 230.13 mm
cm	$W_{0'}$ cm³	W_0 cm³	g_0 kg	W_1 cm³	W_2 cm³
30	1037	961	99,3	1580	2219
35	1277	1208	103,2	1936	2682
40	1527	1467	107,1	2304	3159
45	1788	1738	111,0	2685	3649
50	2058	2018	114,8	3077	4150
55	2338	2309	118,7	3478	4662
60	2627	2609	122,6	3890	5184
65	2924	2918	126,5	4310	5716
70	3230	3236	130,4	4740	6257
75	3545	3562	134,3	5179	6807
80	3869	3898	138,2	5627	7367
85	4201	4242	142,1	6084	7936
90	4542	4595	146,0	6549	8513
95	4891	4957	149,9	7023	9100
100	5248	5326	153,8	7506	9695
105	5615	5705	157,7	7997	10299
110	5989	6092	161,6	8497	10911
115	6372	6487	165,5	9006	11532
120	6763	6891	169,4	9522	12161
125	7163	7303	173,3	10047	12800
130	7517	7724	177,3	10581	13446
	$g_1 = g_0 + 46{,}6$ kg/m; $g_2 = g_0 + 93{,}3$ kg/m				

*) По Циммерману: „Клепанныя балки". Въ этой таблицѣ означаютъ: W_0 и $W_{0'}$ моменты сопротивленія поперечнаго сѣченія безъ поясныхъ листовъ въ cm³ за вычетомъ горизонтальныхъ, относительно вертикальныхъ заклепочныхъ отверстій; W_1 и W_2 моменты сопротивленія поперечнаго сѣченія съ 1, относительно 2 поясными листами въ cm³, за вычетомъ вертикальныхъ заклепочныхъ отверстій; g_0 — вѣсъ клепанной балки безъ поясныхъ листовъ, g_1 — вѣсъ съ 1 и g_2 — вѣсъ съ 2 поясными листами въ kg для погоннаго метра.

Д. Разсчетъ частей сооруженій на продольный изгибъ.

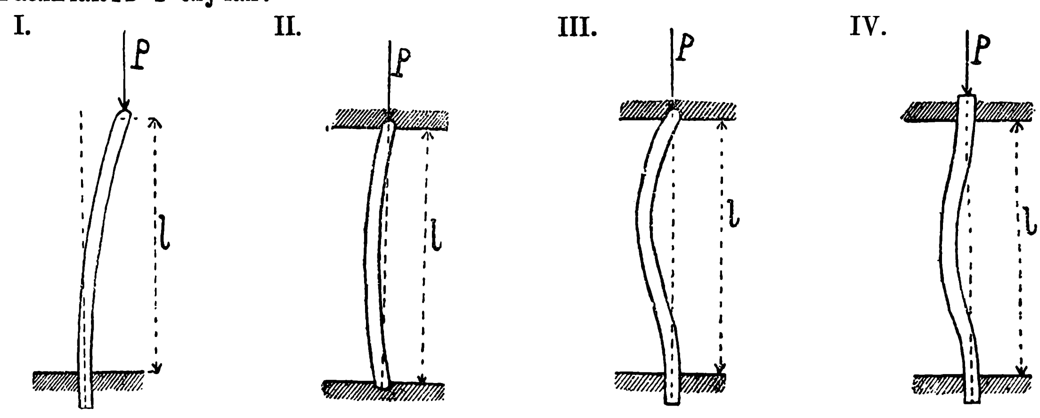
Для разсчета отдѣльныхъ подпоръ и другихъ частей сооруженій, подвергающихся продольному изгибу, примѣняется формула Эйлера, Шварца-Ранкина, Тейтмайера или Ясинскаго и др., смотря по значенію отношенія $\frac{l}{\rho}$, гдѣ l — свободная длина разсчитываемыхъ на продольный изгибъ частей, а ρ — наименьшій радіусъ инерціи поперечнаго сѣченія ихъ.

Значеніе $\frac{l}{\rho}$, съ котораго начинается разсчетъ частей, подвергающихся продольному изгибъ, по формулѣ Эйлера, для различныхъ строительныхъ матеріаловъ не одинаково.

Формула Эйлера.

Сопротивленіе длинныхъ стоекъ и частей сооруженій продольному изгибу зависитъ отъ закрѣпленія ихъ концовъ.

Различаютъ 4 случая:



Случай I. Одинъ конецъ стойки закрѣпленъ, а другой свободенъ.

$$92.\quad P = \frac{\pi^2}{4} \cdot \frac{E\,J}{l^2}.$$

Случай II. Оба конца стойки свободны и остаются на первоначальной оси стойки.

$$93.\quad P = \pi^2 \cdot \frac{E\,J}{l^2}.$$

Случай III. Одинъ конецъ стойки закрѣпленъ, а другой свободенъ и остается на первоначальной оси стойки.

$$94.\quad P = 2\pi^2 \cdot \frac{E\,J}{l^2}.$$

Случай IV. Оба конца стойки закрѣплены или обрѣзаны по плоскостямъ.

$$95.\quad P = 4\pi^2 \cdot \frac{E\,J}{l^2}.$$

Въ этихъ формулахъ Эйлера означается:

черезъ P — нагрузка, отъ дѣйствія которой стойка раздробляется при продольномъ изгибѣ,
„ l — свободная длина стойки,
„ F — поперечное сѣченіе стойки,
„ J — наименьшій моментъ инерціи поперечнаго сѣченія,
„ E — коэффиціентъ упругости метеріала.

Допускаемая нагрузка стойки при продольномъ изгибѣ.

$$96.\quad P_1 = \frac{P}{n},$$

гдѣ n представляетъ коэффиціентъ безопасности, составляющій

для желѣза. . . . . 4—5,

для чугуна*) . . . . 6—8,
„ дерева*) . . . . 10—12.

Предполагая случай II, чаще всего встрѣчающійся на практикѣ, получимъ

$$97.\quad P_1 = \frac{\pi^2 E J}{n\, l^2}.$$

Если значеніе l очень мало, то получаются значенія для P_1, превосходящія допускаемое прочное сопротивленіе матеріала сжатію; поэтому слѣдуетъ всегда обращать вниманіе на то, чтобы

$$98.\quad P_1 \leqq K_2\, F,$$

гдѣ F — площадь поперечнаго сѣченія стойки и K_2 — прочное сопротивленіе матеріала сжатію.

Если l_1 представляетъ длину стойки, а F — площадь поперечнаго сѣченія ея, при которыхъ сопротивленіе матеріала сжатію равняется сопротивленію продольному изгибу, то получается для случая II

$$99.\quad l_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{n K_2}} \cdot \sqrt{\frac{J}{F}}$$

Подобнымъ образомъ можно опредѣлить l_1 для другихъ случаевъ.

Если длина стойки $l > l_1$, то послѣдняя должна сопротивляться продольному изгибу, а если $l \leqq l_1$, то она должна сопротивляться простому сжатію.

Во всякомъ случаѣ поперечное сѣченіе длинной стойки должно удовлетворять обоимъ условіямъ,

$$100.\quad F \geqq \frac{P}{K_2} \quad \text{и} \quad 101.\quad J_{min} \geqq \frac{n \cdot P\, l^2}{\pi^2\, E},$$

при чемъ предположенъ случай II.

Для наиболѣе употребительныхъ формъ поперечнаго сѣченія и матеріаловъ, какъ-то для желѣза, чугуна и дерева, предѣлы отношенія длины стойки къ наименьшему размѣру поперечнаго сѣченія ея, съ котораго стойка должна сопротивляться продольному изгибу, составлены для всѣхъ четырехъ случаевъ въ слѣдующей таблицѣ.

№ 22.

Поперечное сѣченіе.		Желѣзо.				Чугунъ.				Дерево.			
		I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
1.	$\frac{l}{h} =$	10,5	21,0	29,4	42,0	7,2	14,4	20,2	28,8	6	12	16,8	24
2.	$\frac{l}{d} =$	9	18	25,2	36	6,25	12,5	17,5	25	5,1	10,2	14,3	20,4
3.	$\frac{l}{d} =$	$9\sqrt{1+m^2}$	$18\sqrt{1+m^2}$	$25{,}2\sqrt{1+m^2}$	$36\sqrt{1+m^2}$	$6{,}25\sqrt{1+m^2}$	$12{,}5\sqrt{1+m^2}$	$17{,}5\sqrt{1+m^2}$	$25\sqrt{1+m^2}$	—	—	—	—
4.	$\frac{l}{b} =$	$10{,}5\sqrt{1+m^2}$	$21\sqrt{1+m^2}$	$29{,}4\sqrt{1+m^2}$	$42{,}4\sqrt{1+m^2}$	$7{,}2\sqrt{1+m^2}$	$14{,}4\sqrt{1+m^2}$	$20{,}2\sqrt{1+m^2}$	$28{,}8\sqrt{1+m^2}$	—	—	—	—

*) По постановленіямъ строительной инспекціи г. Берлина при совершенно центральной нагрузкѣ колоннъ (одинаковое разстояніе между колоннами по всѣмъ направленіямъ) для чугуна долженъ быть n = 8. Если нагрузка не строго центральна, то для чугуна долженъ быть n = 12, а для дерева n = 15. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ допускаемая нагрузка не должна превосходить для чугуна 330 kg/cm² (132 пуд./дюйм.²), а для дерева 40 kg/cm² (16 пуд./дюйм.²).

№ 23.

Таблица формулы Эйлера для II случая для употребительныхъ матеріаловъ.

Матеріалъ.	Коэффиціентъ безопасности n	Коэффиціентъ упругости E		Потребный наименьшій моментъ инерціи J поперечнаго сѣченія при нагрузкѣ P_1	
		kg на qcm	пуд. на кв. д.	въ килограммахъ cm^4	въ пудахъ дюймъ⁴
Чугунъ	6—8	1000000	400000	$Jmin = 6 P_1 l^2$ до $8 P_1 l^2$	$Jmin = \frac{P_1 l^2}{4630}$ до $\frac{P_1 l^2}{3470}$
Сварочное желѣзо	5	2000000	800000	$Jmin = 2{,}5 P_1 l^2$	$Jmin = \frac{P_1 l^2}{11110}$
Литое желѣзо	5	2200000	900000	$Jmin = 2{,}273 P_1 l^2$	$Jmin = \frac{P_1 l^2}{12500}$
Сосновое дерево	10	100000	40009	$Jmin = 100 P_1 l^2$	$Jmin = \frac{P_1 l^2}{280}$

Въ формулахъ для Jmin подставляются P_1 въ тоннахъ и l въ метрахъ, относительно P_1 въ пудахъ и l въ футахъ.

Формула Эйлера часто только примѣняется для разсчета стоекъ

изъ дерева, если . . . . $\frac{l}{\rho} > 100$,

„ чугуна, если . . . . $\frac{l}{\rho} > 80$,

изъ сварочнаго желѣза, если . . . . . $\frac{l}{\rho} > 112$,

„ литого желѣза, если . . . . $\frac{l}{\rho} > 105$.

Если отношеніе $\frac{l}{\rho}$ меньше вышеприведенныхъ значеній, то рекомендуются для случая II формулы Шварца-Ранкина или Навье, Тетмайера или Ясинскаго.

Формула Шварца-Ранкина или Навье.

Эта формула имѣетъ слѣдующій видъ:

$$102.\quad P_1 = K''.F = \frac{K_2}{1+\frac{\alpha l^2}{\left(\frac{J}{F}\right)}}.F = \frac{K_2}{1+\alpha\left(\frac{l}{\rho}\right)^2}.F, \qquad 103.\quad K'' = \varphi K_2 \text{ и } 104.\quad \varphi = \frac{1}{1+\alpha\left(\frac{l}{\rho}\right)^2}. = \frac{1}{1+\frac{\alpha l^2}{\left(\frac{J}{F}\right)}}.$$

φ называется коэффиціентомъ уменьшенія основного напряженія.

Здѣсь K″ — прочное сопротивленіе матеріала продольному изгибу,
K_2 — прочное сопротивленіе матеріала сжатію,
P_1 — допускаемая нагрузка стойки,
l — свободная длина стойки,
F — поперечное сѣченіе стойки,
J — наименьшій моментъ инерціи поперечнаго сѣченія,
ρ — наименьшій радіусъ инерціи поперечнаго сѣченія,
α — коэффиціентъ.

Можно принимать среднимъ числомъ

для сварочнаго желѣза . . $\alpha = 0{,}00008$,
для литого желѣза . . . . $\alpha = 0{,}00008$,
для чугуна . . . . $\alpha = 0{,}00062$,
для дерева . . . . $\alpha = 0{,}00018$.

Коэффиціенты $\alpha = 0{,}00008$ для сварочнаго и литого желѣза употребительны въ Россіи.

Коэффиціенты $\alpha = 0{,}00062$ для чугуна и $\alpha = 0{,}00018$ для дерева представляютъ среднія значенія по опытамъ Тетмайера.

Значенія для коэффиціента $\varphi = \frac{1}{1+\frac{0{,}00008\, l^2}{\left(\frac{J}{F}\right)}}$ уменьшенія основного напряжненія для желѣза вычислены для употребительныхъ случаевъ въ таблицѣ № 24.

№ 24.

Продольный изгибъ*).

Таблица коэффиціентовъ φ уменьшенія основного напряженія по формулѣ Навье или Шварца-Ранкина. $\varphi = \dfrac{1}{1 + 0{,}00008 \dfrac{l^2}{\left(\frac{J}{F}\right)}}$

Свободн. длина l см.	Значенія $\frac{J}{F} = \rho^2$ въ cm².																			
	1	2	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	300	400	500	600
100	0.556	0.714	0.862	0.926	0.950	0.961	0.974	0.980	0.984	0.987	0.989	0.990	0.991	0.992	0.995	0.996	0.997	0.998	0.998	0.999
120	0.465	0.635	0.813	0.897	0.929	0.946	0.963	0.972	0.977	0.981	0.984	0.986	0.987	0.989	0.992	0.994	0.996	0.997	0.998	0.998
140	0.389	0.561	0.761	0.864	0.905	0.927	0.950	0.962	0.970	0.974	0.978	0.981	0.983	0.985	0.990	0.992	0.995	0.996	0.997	0.997
160	0.328	0.494	0.709	0.830	0.880	0.907	0.936	0.951	0.961	0.967	0.972	0.975	0.978	0.980	0.986	0.990	0.993	0.995	0.996	0.997
180	—	0.436	0.659	0.794	0.853	0.885	0.920	0.939	0.951	0.959	0.964	0.969	0.972	0.975	0.983	0.987	0.991	0.994	0.995	0.997
200	—	0.385	0.610	0.758	0.824	0.862	0.904	0.926	0.940	0.949	0.956	0.962	0.966	0.969	0.979	0.984	0.989	0.992	0.994	0.996
220	—	0.341	0.564	0.721	0.795	0.838	0.886	0.912	0.928	0.939	0.947	0.954	0.959	0.963	0.975	0.981	0.987	0.990	0.992	0.994
240	—	0.303	0.520	0.684	0.765	0.813	0.867	0.897	0.916	0.929	0.938	0.946	0.951	0.956	0.970	0.977	0.985	0.989	0.991	0.992
260	—	—	0.480	0.649	0.735	0.787	0.847	0.881	0.902	0.917	0.928	0.937	0.943	0.949	0.965	0.974	0.982	0.987	0.989	0.991
280	—	—	0.444	0.615	0.705	0.761	0.827	0.864	0.889	0.905	0.918	0.927	0.935	0.941	0.960	0.970	0.979	0.985	0.988	0.990
300	—	—	0.410	0.581	0.676	0.735	0.806	0.847	0.874	0.893	0.907	0.917	0.926	0.933	0.954	0.965	0.976	0.982	0.986	0.988
320	—	—	0.379	0.550	0.647	0.709	0.785	0.830	0.859	0.880	0.895	0.907	0.917	0.924	0.948	0.961	0.973	0.980	0.984	0.986
340	—	—	0.351	0.519	0.618	0.684	0.764	0.812	0.844	0.866	0.883	0.896	0.907	0.915	0.942	0.956	0.970	0.977	0.982	0.985
360	—	—	0.325	0.491	0.591	0.659	0.743	0.794	0.828	0.853	0.871	0.885	0.897	0.906	0.935	0.951	0.967	0.975	0.980	0.983
380	—	—	0.302	0.464	0.565	0.634	0.722	0.776	0.812	0.839	0.858	0.874	0.886	0.896	0.929	0.945	0.963	0.972	0.977	0.981
400	—	—	—	0.439	0.540	0.610	0.701	0.758	0.796	0.824	0.845	0.862	0.875	0.887	0.921	0.940	0.959	0.969	0.975	0.979
420	—	—	—	0.415	0.515	0.586	0.680	0.739	0.780	0.810	0.832	0.850	0.864	0.876	0.914	0.934	0.955	0.966	0.973	0.977
440	—	—	—	0.392	0.492	0.564	0.660	0.721	0.763	0.795	0.819	0.838	0.853	0.866	0.906	0.928	0.951	0.963	0.970	0.975
460	—	—	—	0.371	0.470	0.542	0.639	0.703	0.747	0.780	0.805	0.825	0.842	0.855	0.899	0.922	0.946	0.959	0.967	0.973
480	—	—	—	0.352	0.449	0.520	0.619	0.685	0.731	0.765	0.792	0.813	0.830	0.844	0.891	0.916	0.942	0.956	0.964	0.970
500	—	—	—	0.333	0.429	0.500	0.600	0.667	0.714	0.750	0.778	0.800	0.818	0.833	0.882	0.909	0.937	0.952	0.961	0.968
520	—	—	—	0.316	0.409	0.480	0.581	0.649	0.698	0.735	0.764	0.787	0.806	0.822	0.874	0.902	0.933	0.949	0.958	0.965
540	—	—	—	0.300	0.391	0.462	0.563	0.632	0.682	0.720	0.750	0.774	0.794	0.811	0.865	0.896	0.928	0.945	0.955	0.963
560	—	—	—	—	0.374	0.444	0.545	0.615	0.666	0.705	0.736	0.761	0.782	0.799	0.857	0.889	0.923	0.941	0.952	0.960
580	—	—	—	—	0.358	0.426	0.527	0.598	0.650	0.690	0.722	0.748	0.770	0.788	0.848	0.881	0.918	0.937	0.949	0.956
600	—	—	—	—	0.342	0.410	0.510	0.581	0.635	0.676	0.709	0.735	0.758	0.776	0.839	0.874	0.912	0.933	0.946	0.954
620	—	—	—	—	0.328	0.394	0.494	0.565	0.619	0.661	0.695	0.722	0.745	0.765	0.830	0.867	0.907	0.929	0.942	0.951
640	—	—	—	—	0.314	0.379	0.478	0.550	0.604	0.647	0.681	0.709	0.733	0.753	0.821	0.859	0.901	0.924	0.938	0.948
660	—	—	—	—	0.301	0.365	0.463	0.534	0.589	0.633	0.668	0.697	0.721	0.742	0.812	0.852	0.896	0.920	0.935	0.945
680	—	—	—	—	—	0.351	0.448	0.520	0.575	0.619	0.654	0.684	0.708	0.730	0.802	0.844	0.890	0.915	0.931	0.942
700	—	—	—	—	—	0.338	0.434	0.505	0.561	0.605	0.641	0.671	0.697	0.718	0.793	0.836	0.884	0.911	0.927	0.939
720	—	—	—	—	—	0.325	0.420	0.491	0.547	0.591	0.628	0.659	0.685	0.707	0.784	0.828	0.879	0.906	0.923	0.935
740	—	—	—	—	—	0.313	0.407	0.477	0.533	0.578	0.615	0.646	0.673	0.695	0.774	0.820	0.873	0.901	0.919	0.932
760	—	—	—	—	—	0.302	0.394	0.464	0.522	0.565	0.602	0.634	0.661	0.684	0.764	0.812	0.867	0.896	0.915	0.929
780	—	—	—	—	—	—	0.381	0.451	0.507	0.552	0.590	0.622	0.649	0.673	0.755	0.804	0.860	0.891	0.911	0.925
800	—	—	—	—	—	—	0.369	0.439	0.494	0.540	0.578	0.610	0.637	0.661	0.745	0.796	0.854	0.886	0.907	0.921

*) Заимствовано изъ сочиненія: И. М. Зубовъ, моменты инерціи.

Формула Тетмайера.

На основаніи произведенныхъ имъ опытовъ, Тетмайеръ предлагаетъ для II случая продольнаго изгиба слѣдующія формулы.

Для хвойнаго лѣса, если $\frac{l}{\rho} < 100$,

$$105. \quad R'' = 293 - 1{,}94 \frac{l}{\rho} \text{ kg/cm}^2,$$

гдѣ R″ означаетъ временное сопротивленіе длинныхъ стоекъ раздробленію.

При коэффиціентѣ безопасности $n = 10$, получается прочное сопротивленіе длинныхъ стоекъ продольному изгибу

$$106. \quad K'' = \frac{R''}{10} = 29{,}3 - 0{,}194 \frac{l}{\rho} \text{ kg/cm}^2.$$

Допускаемая нагрузка длинной стойки съ поперечнымъ сѣченіемъ F вычисляется по формулѣ

$$107. \quad P = F.K'' = F.\left\{29{,}3 - 0{,}194 \frac{l}{\rho}\right\} \text{ kg}.$$

При такомъ же обозначеніи величинъ, получается для чугуна, если $\frac{l}{\rho} < 80$,

$$108. \quad R'' = 0{,}53 \left\{\frac{l}{\rho}\right\}^2 - 120 \frac{l}{\rho} + 7760 \text{ kg/cm}^2;$$

при $n = 8$:

$$109. \quad K'' = 0{,}06625 \left\{\frac{l}{\rho}\right\}^2 - 15 \frac{l}{\rho} + 970 \text{ kg/cm}^2,$$

$$110. \quad P = F.K'' = F.\left[0{,}06625 \left\{\frac{l}{\rho}\right\}^2 - 15 \frac{l}{\rho} + 970\right] \text{ kg};$$

для сварочнаго желѣза, если $\frac{l}{\rho} < 112$,

$$111. \quad R'' = 3030 - 12{,}9 \frac{l}{\rho} \text{ kg/cm}^2;$$

при $n = 5$:

$$112. \quad K'' = 606 - 2{,}58 \frac{l}{\rho} \text{ kg/cm}^2,$$

$$113. \quad P = F.K'' = F.\left\{606 - 2{,}58 \frac{l}{\rho}\right\} \text{ kg};$$

для литого желѣза, если $\frac{l}{\rho} < 105$,

$$114. \quad R'' = 3100 - 11{,}4 \frac{l}{\rho} \text{ kg/cm}^2;$$

при $n = 5$:

$$115. \quad K'' = 620 - 2{,}28 \frac{l}{\rho} \text{ kg/cm}^2,$$

$$116. \quad P = F.K'' = F.\left\{620 - 2{,}28 \frac{l}{\rho}\right\} \text{ kg}.$$

Формула Ясинскаго.

Ясинскій, на основаніи результатовъ опытовъ Тетмайера, Баушингера и Консидера, предлагаетъ слѣдующія формулы:

для сварочнаго желѣза, если $\frac{l}{\rho} < 114{,}7$,

$$117.\quad R'' = 3390{,}7 - 16{,}48\ \frac{l}{\rho}\ \mathrm{kg/cm^2};$$

при $n = 5$:

$$118.\quad K'' = 678{,}1 - 3{,}296\ \frac{l}{\rho}\ \mathrm{kg/cm^2},$$

$$119.\quad P = F.K'' = F.\left(678{,}1 - 3{,}296\ \frac{l}{\rho}\right)\ \mathrm{kg};$$

для литого желѣза, если $\frac{l}{\rho} < 110{,}1$,

$$120.\quad R'' = 3387 - 14{,}83\ \frac{l}{\rho}\ \mathrm{kg/cm^2};$$

при $n = 5$:

$$121.\quad K'' = 677{,}4 - 2{,}965\ \frac{l}{\rho}\ \mathrm{kg/cm^2},$$

$$122.\quad P = F.K'' = F.\left(677{,}4 - 2{,}965\ \frac{l}{\rho}\right)\ \mathrm{kg}.$$

Подходящія значенія для поперечнаго сѣченія F при примѣненіи формулъ Шварца-Ранкина, Тетмайера и Ясинскаго находятся пробованіемъ.

Примѣръ. Требуется опредѣлить площадь F квадратнаго поперечнаго сѣченія со стороною h деревянной стойки длиною $l = 6$ m, которая должна выдерживать нагрузку $P = 3000$ kg (3 t).

По таблицѣ № 23

$$J_{min} = 100 . P . l^2 = 100 . 3 . 6^2 = 10800\ \mathrm{cm^4},$$

$$J_{min} = \frac{h^4}{12} = 10800,\ \text{откуда}\ h = \sqrt[4]{10800 . 12} = 19\ \mathrm{cm},$$

$$\rho = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{10800}{361}} = 5{,}48\ \mathrm{cm}.$$

Такъ-какъ $\frac{l}{\rho} = \frac{600}{5{,}48} > 100$, то оправдывается примѣненіе формулы Эйлера.

Примѣръ. Требуется опредѣлить площадь F и форму поперечнаго сѣченія стойки изъ сварочнаго желѣза длиною $l = 5$ m, которая должна выдерживать нагрузку $P = 16000$ kg (16 t).

По таблицѣ № 23 получается требуемый моментъ инерціи

$$J_{min} = 2{,}5 . P . l^2 = 2{,}5 . 16 . 5^2 = 1000\ \mathrm{cm^4}.$$

Составимъ поперечное сѣченіе стойки изъ 4 уголковъ по русск. сорт. № 9: $90 \times 90 \times 9$ mm, съ взаимнымъ разстояніемъ въ 0,9 cm, и означимъ черезъ F_1 площадь поперечнаго сѣченія каждаго изъ 4 уголковъ. Тогда моментъ инерціи J относительно линіи тяжести сложнаго сѣченія

$$J = 4\ [J_x + (z_0 + 0{,}45)^2 . F_1] = 4\ [115{,}7 + (2{,}54 + 0{,}45)^2 . 15{,}52] = \sim 1020\ \mathrm{cm^4}.$$

Такъ какъ

$$\rho = \sqrt{\frac{J}{4\ F_1}} = \sqrt{\frac{1020}{62}} = \sim 4{,}06\ \mathrm{cm}\ \text{и}\ \frac{l}{\rho} = \frac{500}{4{,}06} > 112,$$

то оправдывается примѣненіе формулы Эйлера.

Примѣръ. Требуется опредѣлить площадь F и форму поперечнаго сѣченія стойки изъ литого желѣза длиною $l = 4$ m, которая должна выдерживать нагрузку $P = 80000$ kg (80 t).

По таблицѣ № 23

$$J_{min} = 2{,}273 . P . l^2 = 2{,}273 . 80 . 4^2 = 2909\ \mathrm{cm^4}.$$

Составимъ поперечное сѣченіе стойки изъ 2 двутавровыхъ желѣзъ, № 24 по герм. сорт., вплоть расположенныхъ одно возлѣ другого, и означимъ черезъ F_1 площадь поперечнаго сѣченія каждаго изъ обоихъ двутавровыхъ желѣзъ. Тогда получается

$$J\min = 2 \cdot \left\{J_y + \left(\frac{b}{2}\right)^2 . F_1\right\} = 2\,(220 + 5{,}_3^2 \,.\, 46{,}_1) = 3030 \text{ cm}^4.$$

Найденная профиль была бы достаточной величины, но такъ какъ

$$\rho = \sqrt{\frac{J\min}{2 . F_1}} = \sqrt{\frac{3030}{2 . 46{,}_1}} = \sim 5{,}_7 \text{ cm и } \frac{1}{\rho} = \frac{400}{5{,}_7} = 70{,}_2 < 105.$$

то формула Эйлера не примѣнима, и слѣдуетъ примѣнить одну изъ остальныхъ формулъ.

По формулѣ 116 Тетмайера найденное поперечное сѣченіе можетъ выдерживать только нагрузку

$$P = 2 \,.\, F_1 \left\{620 - 2{,}_{28} \frac{1}{\rho}\right\} = 2 \,.\, 46{,}_1 \,.\, (620 - 2{,}_{28} \,.\, 70{,}_2) = 42412 \text{ kg}.$$

По этой же формулѣ теперь опредѣлимъ поперечное сѣченіе стойки.

Подберемъ профиль № 32. Тогда

$$J\min = 2 \,.\, \left\{J_y + \left(\frac{b}{2}\right)^2 . F_1\right\} = 2\,(554 + 6{,}_{55}{}^2 \,.\, 77{,}_7) = 7590 \text{ cm}^2.$$

$$\rho = \sqrt{\frac{J\min}{2 \,.\, F_1}} = \sqrt{\frac{7590}{2 \,.\, 77{,}_7}} = \sim 7 \text{ cm и } \frac{1}{\rho} = \frac{400}{7} = 57{,}_1.$$

Допускаемая нагрузка теперь будетъ

$$P = 2\,F_1 \,.\, \left\{620 - 2{,}_{28} \frac{1}{\rho}\right\} = 2 \,.\, 77{,}_7\,(620 - 2{,}_{28} \,.\, 57{,}_1) = 75146 \text{ kg}.$$

Профиль № 32 оказывается недостаточной величины, но безъ разсчета можно брать профиль № 34, которая во всякомъ случаѣ будетъ достаточна.

По формулѣ 122 Ясинскаго найденное поперечное сѣченіе можетъ выдерживать нагрузку

$$P = F \,.\, K'' = 2\,F_1 \left\{677{,}_4 - 2{,}_{965} \frac{1}{\rho}\right\} = 2 \,.\, 77{,}_7 \,.\, (677{,}_4 - 2{,}_{965} \,.\, 57{,}_1) = 78958 \text{ kg}.$$

по формулѣ 102 Шварца-Ранкина — нагрузку

$$P = \frac{F \,.\, K_2}{1 + 0{,}_{00008} \,.\, \left\{\frac{1}{\rho}\right\}^2} = \frac{155{,}_4 \,.\, 800}{1 + 0{,}_{00008} \,.\, 57{,}_1{}^2} = 98666 \text{ kg}.$$

Различныя формулы даютъ значительно отклоняющіеся другъ отъ друга результаты.

Если нагрузка стойки не центральна, т.-е. если дѣйствуетъ на нее еще изгибающій моментъ M, то разсчетъ поперечнаго сѣченія стойки производится при помощи формулы

$$37. \quad \sigma_2 = \sigma'_2 + \sigma''_2 = -\left\{\frac{P}{F} + \frac{M}{W}\right\} \quad \text{и}$$

$$38. \quad \sigma = \sigma'_2 + \sigma''_1 = -\left\{\frac{P}{F} - \frac{M}{W}\right\}$$

При подобранномъ поперечномъ сѣченіи стойки дѣйствительныя краевыя напряженія не должны превосходить допускаемыхъ.

Можно выражать моментъ инерціи J наиболѣе употребительныхъ поперечныхъ сѣченій стоекъ изъ чугуна и желѣза въ видѣ

$$123. \quad J = c\,h^2\,F,$$

гдѣ c означаетъ величину, соотвѣтствующую формѣ отдѣльныхъ поперечныхъ сѣченій и оси инерціи и называемую **коэффиціентомъ жесткости**, F — площадь поперечнаго сѣченія и h — главнѣйшее измѣреніе поперечнаго сѣченія разсматриваемаго момента инерціи.

Въ слѣдующей таблицѣ № 25 составлены коэффиціенты жесткости c для наиболѣе употребительныхъ формъ поперечныхъ сѣченій.

№ 25.

Таблица коэффиціентовъ жесткости $c = \frac{J}{h^2 F}$ для разсчета стержней на продольный изгибъ, въ особенности для разсчета стоекъ изъ ковкаго желѣза и чугуна.*)

№	Форма поперечнаго сѣченія.	Точно для	Положеніе центра тяжести e.	$c = \frac{J}{h^2 F}$	Примѣчанія.
1.		$\delta : h = 0$	—	0,125	$J_{min} = 0{,}125\ \pi h\ \delta . h^2 = 0{,}125\ \pi\ \delta\ h^3$.
2.		$\delta : h = 0$	—	0,1667	$J_{min} = 0{,}1667 . 4\ \delta h . h^2 = 0{,}6668\ \delta\ h^3$.
3.	Ось I, max, min	$\delta = 0{,}1\ h$	$e = 0{,}287\ h$	0,0946 0,15 0,0381	Равнобокіе уголки. J_{max} = наибольшій, J_{min} = наименьшій моментъ инерціи.
4.		$\delta = 0{,}1\ h$	$e = 0{,}287\ h$	0,0946	Сѣченіе одного уголка = f. $J_{min} = 0{,}0946 . 2 f . h^2$.
5.	.Ось $\delta_1 = 0{,}13\ h$: min, I, max $\delta_1 = 0{,}2\ h$: min, I, max	$\delta = 0{,}1\ h$	— — — — — —	0,151 0,218 0,287 0,151 0,2443 0,337	Равнобокіе уголки. Общая площадь поперечнаго сѣченія = 2f. $J = c . 2 f . h^2$.
6.	$\delta_1 = 0$ $\delta_1 = 0{,}13\ h$ $\delta_1 = 0{,}2\ h$	$\delta = 0{,}1\ h$	— — —	0,177 0,218 0,2443	Равнобокіе уголки. Общая площадь поперечнаго сѣченія = 4f. $J = c . 4 f h^2$. При ширинѣ прозора δ_1 вообще $c = 0{,}0945 + \left(0{,}287 + \frac{\delta_1}{h}\right)^2$.
7.	Ось I, II	$\delta = 0{,}15\ h$	$e_1 = 0{,}506\ h$ $e_2 = 0{,}256\ h$	0,231 0,0807	Неравнобокіе уголки. Отношеніе длины полокъ = 1 : 2. $J_I = 0{,}231 . f h^2$, $J_{II} = 0{,}0807 . f h^2$.

*) Таблица заимствована изъ „Handbuch der Architektur“ III. Thl. I. Abthlg. 3.

№	Форма поперечнаго сѣченія.	Точно для	Положеніе центра тяжести e	$c = \frac{J}{h^2 F}$	Примѣчанія.
8.	Ось I $\delta_1 = 0{,}3\,h$ II	$\delta = 0{,}15\,h$	$e_1 = 0{,}506\,h$	0,231 0,2455	Общая площадь сѣченія $= 2\,f$. Если J_I долженъ быть $= J_{II}$, то δ_1 должно быть $= kh$, гдѣ $k = 0{,}264$. $J_I = 0{,}231 . 2\,f\,h^2$, $J_{II} = 0{,}2455 . 2\,f\,h^2$.
9.	Ось I II	$\delta = 0{,}17\,h$	$e_1 = 0{,}7317\,h$ $e_2 = 0{,}232\,h$	0,41 0,0702	Неравнобокіе уголки. Отношеніе длины полокъ $= 1 : 2$. $J_I = 0{,}41 . f\,h^2$, $J_{II} = 0{,}0702 . f\,h^2$.
10.	I $0{,}34\,h$ II	$\delta = 0{,}17\,h$	$e_1 = 0{,}7317\,h$	0,41 0,2318	Общая площадь поперечнаго сѣченія $= 2\,f$. Если должно быть $J_I = J_{II}$, то должно быть $\delta_1 = kh$, гдѣ $k = 0{,}708$. $J_I = 0{,}41 . 2\,f\,h^2$, $J_{II} = 0{,}2318 . 2\,f\,h^2$.
11.	I II	$\delta = 0{,}165\,h$	$e_1 = 0{,}222\,h$	0,071 0,241	Отношеніе длины полокъ $= 1 : 2$. $J_I = 0{,}071 . f\,h^2$, $J_{II} = 0{,}241 . f\,h^2$.
12.	I II	$\delta = 0{,}11\,h$	$e_1 = 0{,}29\,h$	0,094 0,0445	Отношеніе длины полокъ $= 1 : 1$. $J_I = 0{,}094 . f\,h^2$, $J_{II} = 0{,}0445 . f\,h^2$.
13.	I $\delta_1 = 0{,}3\,h$ II	$\delta = 0{,}165\,h$	—	0,241 0,2095	Отношеніе длины полокъ $= 1 : 2$. Общая площадь сѣченія $= 2\,f$. Если J_I должно быть $= J_{II}$, то δ_1 должно быть $= kh$, гдѣ $k = 0{,}38$ $J_I = 0{,}241 . 2\,f\,h^2$, $J_{II} = 0{,}2095 . 2\,f\,h^2$.

№	Форма поперечнаго сѣченія.	Точно для	Положеніе центра тяжести e.	$c = \frac{J}{h^2 F}$	Примѣчанія.
14.	$\delta_1 = 0{,}2h$	I II } $\delta = 0{,}11\ h$	— —	0,0445 0,246	Отношеніе длины полокъ = 1 : 1. Общая площадь сѣченія = 2 f. $J_I = 0{,}0445 . 2\,fh^2$, $J_{II} = 0{,}246 . 2\,fh^2$.
15.		I II } средней профили [-желѣза.	$e = 0{,}31\ b$	0,151 $0{,}095^5$	h — дано, $J_I = 0{,}151 . Fh^2$; b — дано, $J_{II} = 0{,}0955 . Fb^2$.
16.		I II } средней профили [-желѣза	— —	0,151 0,285	h — дано, $J_I = 0{,}151 . 2\,fh^2$; b — дано, $J_{II} = 0{,}285 . 2\,fb^2$. Если J_I должно быть $= J_{II}$, то δ_1 должно быть = kb, гдѣ $k = 0{,}62\left[\sqrt{1{,}58\left(\frac{h}{b}\right)^2 - 1} - 1\right]$. Общая площадь сѣченія = 2 f.
17.		I II } средней профили [-желѣза.	— —	0,151 $\left(\frac{k}{2} - 0{,}31\right)^2 + 0{,}0955$	h — дано, b — дано. Если J_I должно быть $= J_{II}$, то въ kb должно быть $k = 0{,}62\left[\sqrt{1{,}58\left(\frac{h}{b}\right)^2 - 1} + 1\right]$. Общая площадь сѣченія = 2 f.
18		I II } средней профили I-желѣза №12-50.	— —	0,159 0,0494	h — дано, $J_I = 0{,}159 . Fh^2$; b — дано, $J_{II} = 0{,}0494 . Fb^2$
19.		I II } средней профили I-желѣза №12-50.	— —	0,159 $\left(\frac{k}{2}\right)^2 + 0{,}0494$	h — дано, $J_I = 0{,}159 . 2\,fh^2$; b — дано, $J_{II} = \left[\left(\frac{K}{2}\right)^2 + 0{,}0494\right] . 2\,fb^2$. Если J_I должно быть $= J_{II}$, то въ kb должно быть $k = \sqrt{0{,}636\left(\frac{h}{b}\right)^2 - 0{,}1976}$. Общая площадь сѣченія = 2 f.

№	Форма поперечнаго сѣченія.	Точно для	Положеніе центра тяжести.	$c = \frac{J}{h^2 F}$.	Примѣчанія.
20.		$\delta = 0{,}0833\ h$ $\delta = 0{,}1\ h$ $\delta = 0{,}125\ h$	— — —	$0{,}0437$ $0{,}0443$ $0{,}0450$	Простая крестообразная профиль $J = c \cdot f h^2$
21.	I $\{K_1$ $K_1 = 0{,}3$ II	$\delta = 0{,}15\ h$	— — —	$\left(\frac{k_1}{2} + 0{,}506\right)^2 + 0{,}231$ $0{,}6613$ $\left(\frac{k}{2} - 0{,}256\right)^2 + 0{,}0807$	Если J_I должно быть $= J_{II}$, то k должно быть $= 0{,}512 + \sqrt{(k_1 - 1{,}012)^2 + 0{,}6012}$ или $k_1 = \sqrt{(k - 0{,}512)^2 - 0{,}6012} - 1{,}012$. Общая площадь сѣченія = 4 f. $J = c . 4\ f\ h^2$.
22.	I $\{K_1$ $K_1 = 0{,}34$ II	$\delta = 0{,}17\ h$	— — —	$\left(\frac{k_1}{2} + 0{,}7317\right)^2 + 0{,}41$ $0{,}2231$ $\left(\frac{k}{2} - 0{,}232\right)^2 + 0{,}0702$	Если J_I должно быть $= J_{II}$, то должно быть $k = 0{,}464 + \sqrt{(k_1 + 1{,}4634)^2 + 1{,}3594}$ или $k_1 = \sqrt{(k + 0{,}464)^2 - 1{,}3594} - 1{,}4634$. Для $k_1 = 0{,}34$ будетъ $k = 2{,}6115$. Общая площадь сѣченія = 4 f. $J = c . 4\ f\ h^2$.
23.	I $\{K^1$ $0{,}2$ II	$\delta = 0{,}1\ h$	— — —	$\left(\frac{k_1}{2} + 0{,}287\right)^2 + 0{,}0946$ $0{,}2444$ $\left(\frac{k}{2} - 0{,}287\right)^2 + 0{,}0946$	Если J_I должно быть $= J_{II}$, то должно быть $k = k_1 + 1{,}148$. Для $k_1 = 0{,}2$ будетъ $k = 1{,}348$. Это доказываетъ, что поперечное сѣченіе для II въ большинствѣ случаевъ слишкомъ жестко. Общая площадь сѣченія = 4 f. $J = c . 4\ f\ h^2$.
24.	I	$\delta = 0{,}1\ h$	—	$\left(\frac{k}{2} - 0{,}297\right)^2 + 0{,}0846$	Общая площадь сѣченія = 4 f. $J = c . 4\ f\ h^2$.

Относительно таблицы № 25 слѣдуетъ замѣтить, что при разсчетѣ ея приняты во вниманіе среднія профили германскаго сортамента. Поэтому таблица не даетъ для всѣхъ сѣченій вполнѣ точныхъ значеній. Однако, полученные по таблицѣ моменты инерціи бываютъ достаточной точности для провѣрки прочности стержня, подверженнаго продольному изгибу. Незначительныя отклоненія уравновѣшиваются коэффиціентомъ безопасности.

Примѣръ. Требуется моментъ инерціи для поперечнаго сѣченія, составленнаго изъ 2 I-желѣзъ № 24, вплотъ расположенныхъ другъ возлѣ друга. Точный моментъ инерціи $J_{II} = 2\ (J_y + \left(\frac{b}{2}\right)^2 . f) = 2 . (220 + 5^2{,}3 . 46{,}1) = 3030\ cm^2$. По таблицѣ № 25, 19 получается $J_{II} = c . F h^2 = \left[\left(\frac{k}{2}\right)^2 + 0{,}0494\right] . 2 . f . b^2$. Такъ-какъ $k = 1$, то будетъ $J_{II} = \left[(1/2)^2 + 0{,}0494\right] . 2 . 46{,}1 . 10^2{,}6 = 3100\ cm^4$.

Разсчетъ опорныхъ плитъ подъ колоннами. *Площадь* F опорныхъ плитъ опредѣляется по формулѣ 4. $F = \frac{P}{K_2}$, гдѣ P — давленіе, производимое колонною на фундаментъ, и K_2 — допускоемое прочное сопротивленіе послѣдняго. Для опорной плиты круглой формы съ радіусомъ r получается $F = r^2\pi$ и

$$113.\quad r^2\pi = \frac{P}{K_2},\ \text{откуда}\quad 124.\ r = \sqrt{\frac{P}{\pi . K_2}} = 0{,}564 \sqrt{\frac{P}{K_2}}.$$

Для опорной плиты квадратнаго вида со стороною a будетъ $F = a^2$ и

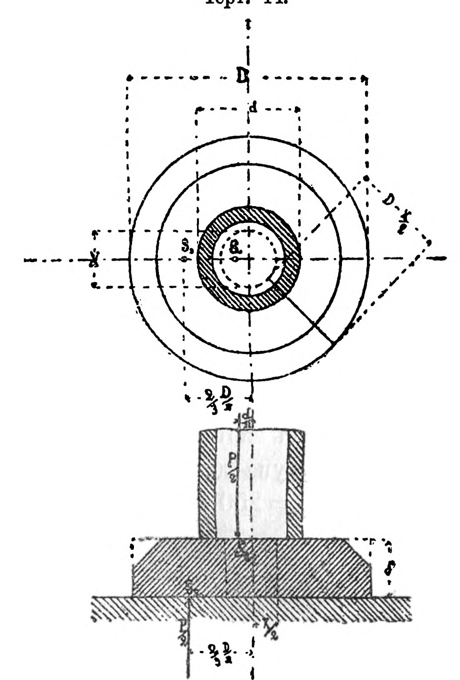
$$125.\quad a^2 = \frac{P}{K_2},\ \text{откуда}\quad 126.\ a = \sqrt{\frac{P}{K_2}}.$$

Если въ рединѣ опорной плиты находится отверстіе f, то ур. 124 и 126 переходятъ въ

$$127.\ r = 0{,}564 \sqrt{\frac{P}{K_2} + f}\quad \text{и}\quad 128.\ a = \sqrt{\frac{P}{K_2} + f}.$$

Толщина δ круглой опорной плиты безъ реберъ разсчитывается слѣдующимъ обррзомъ.

Черт. 14.



Предполагается, что на каждую изъ обѣихъ половинъ колонны дѣйствуетъ половина давленія $\frac{P}{2}$, которое равномѣрно распредѣлено (черт. 14). Точка приложенія этого давленія $\frac{P}{2}$ лежитъ въ центрѣ тяжести S_1 полуокружности съ поперечникомъ d, находящемся въ разстояніи $\frac{d}{\pi}$ отъ оси колонны. Давленіе $\frac{P}{2}$ вызываетъ равномѣрно по опорной плитѣ распредѣленное опорное сопротивленіе $\frac{P}{2}$, равнодѣйствующая котораго дѣйствуетъ въ центрѣ тяжести S_2 полукруга съ поперечникомъ D. Центръ тяжести S находится въ разстояніи $\frac{2}{3} . \frac{D}{\pi}$ отъ оси колонны.

Тогда изгибающій моментъ M относительно середины опорной плиты будетъ

$$129.\quad M = \frac{P}{2} . \left(\frac{2}{3} . \frac{D}{\pi} - \frac{d}{\pi}\right) = W . K_1 = \frac{D\delta^2}{6} . K_1,$$

гдѣ W — моментъ сопротивленія сѣченія опорной плиты въ серединѣ, δ — искомая толщина ея и K_1 — прочное сопротивленіе матеріала плиты растяженію. Для чугуна допускается $K_1 = 250$ kg/cm². Изъ ур. 129 вычисляется толщина δ плиты.

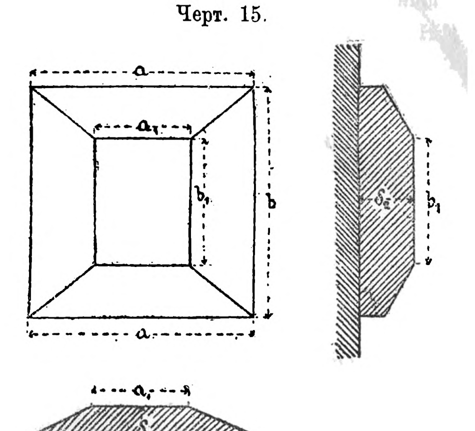
Если находится въ серединѣ опорной плиты отверстіе съ поперечникомъ x, то разстояніе центра тяжести отъ оси колонны будетъ $S_2 = \frac{4}{3\pi} . \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^3 - \left(\frac{x}{2}\right)^3}{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{x}{2}\right)^2}$. Толщина δ опорной плиты опредѣляется теперь изъ уравненія для момента:

$$130.\quad M = \frac{P}{2} . \left[\frac{4}{3\pi} . \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^3 - \left(\frac{x}{2}\right)^3}{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{x}{2}\right)^2} - \frac{d}{\pi}\right] = {}^1/_6\,(D - x)\,\delta^2 . K_1.$$

Если опорная плита имѣетъ прямоугольную форму съ размѣрами, показанными на чертежѣ 15, то разсчитываютъ толщину δ_1 и δ_2 опорной плиты для каждаго изъ обоихъ главныхъ размѣровъ ея и изготовляютъ ее на основаніи большаго изъ значеній для δ_1 и δ_2.

Формулы для разсчета δ_1 и δ_2 находятъ подобнымъ образомъ, какъ для круглой плиты:

Черт. 15.



131. $\delta_1 = 0{,}05\ (b - b_1) . \sqrt{\frac{K_2}{3} . \left(1 + 2\frac{a}{a_1}\right)}$ и

132. $\delta_2 = 0{,}05\ (a - a_1) \sqrt{\frac{K_2}{3}\left(1 + 2\frac{b}{b_1}\right)}$.

K_2 — допускаемая нагрузка фундамента въ kg/cm².

Если опорная плита имѣетъ квадратную форму, то будетъ $b_1 = a_1$, $b = a$ и $\delta_1 = \delta_2$.

Толщина опорныхъ плитъ у краевъ должна быть не $<$ 1,5 cm.

Примѣръ. Колонна съ поперечникомъ $d = 16$ cm передаетъ на фундаментъ изъ клинкеровъ на цементномъ растворѣ давленіе $P = 28000$ kg. Тогда можно допускать $K_2 = 14$ kg/cm². Сплошная чугунная опорная плита безъ реберъ должна имѣть круглую форму съ поперечникомъ D. ($K_1 = 250$ kg/cm²).

По ур. 124 получается

$$r = 0{,}564 \sqrt{\frac{P}{K_2}} = 0{,}564 \sqrt{\frac{28000}{14}} = 25 \text{ cm и } D = 2r = 2.25 = 50 \text{ cm}.$$

Толщина δ опорной плиты разсчитывается изъ ур. 129.

$$\frac{P}{2} . \left\{\frac{2}{3} . \frac{D}{\pi} - \frac{d}{\pi}\right\} = \frac{D . \delta^2}{6} . K_1, \text{ откуда } \delta^2 = \frac{6P}{2D . K_1} . \left\{\frac{2}{3} . \frac{D}{\pi} - \frac{d}{\pi}\right\} = \frac{6 . 28000}{2 . 50 . 250}\left\{\frac{2}{3} . \frac{50}{3{,}14} - \frac{16}{3{,}14}\right\} =$$

$$37 \text{ cm}^2 \text{ и } \delta = \sqrt{37} = \sim 6{,}1.$$

Примѣръ. Колонна съ поперечникомъ $d = 18$ cm передаетъ на фундаментъ изъ клинкеровъ на цементномъ растворѣ давленіе $P = 32000$ kg. Круглая опорная плита изъ чугуна должна имѣть въ серединѣ круглое отверстіе съ поперечникомъ $x = 12$ cm. $K_2 = 14$ kg/cm² и $K_1 = 250$ kg/cm².

По формулѣ 127 получимъ

$$r = 0{,}564 . \sqrt{\frac{P}{K_2} + f}, \text{ гдѣ } f = \frac{x^2\pi}{4} = \frac{12^2 . 3{,}14}{4} = 113 \text{ cm}^2, \text{ откуда}$$

$$r = 0{,}564 . \sqrt{\frac{32000}{14} + 113} = \sim 26 \text{ и } D = 2 . r = 2 . 26 = 52 \text{ cm}.$$

Толщина δ чугунной опорной плиты безъ реберъ вычисляется изъ ур. 130:

$$\frac{P}{2} . \left[\frac{4}{3\pi} . \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^3 - \left(\frac{x}{2}\right)^3}{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{x}{2}\right)^2} - \frac{d}{\pi}\right] = \frac{(D - x)\ \delta^2 . K_1}{6}, \text{ откуда}$$

$$\delta^2 = \frac{6P}{2 . (D - x) . K_1} . \left[\frac{4}{3\pi} . \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^3 - \left(\frac{x}{2}\right)^3}{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{x}{2}\right)^2} - \frac{d}{\pi}\right] = \frac{32000 . 6}{2 . (52 - 12)} . \left[\frac{4}{3 . 3{,}14} . \frac{\left(\frac{52}{2}\right)^3 - \left(\frac{12}{2}\right)^3}{\left(\frac{52}{2}\right)^2 - \left(\frac{12}{2}\right)^3} - \right.$$

$$\left. \frac{18}{3{,}14}\right] = 55 \text{ cm}^2 \text{ и } \delta = \sqrt{55} = \sim 7{,}5.$$

При такой толщинѣ опорной плиты рекомендуется снабжать ее ребрами.

Примѣръ. Прямоугольная опорная плита изъ чугуна должна выдерживать давленіе колонны $P = 42000$ kg. Фундаментъ состоитъ изъ кладки изъ клинкеровъ на цементномъ растворѣ. Допускается $K_2 = 14$ kg/cm². Даны: $a_1 = 28$ cm, $b_1 = 32$ cm и $b = 60$ cm (черт. 15).

Сторона a получается изъ ур. $F = \frac{P}{K_2} = \frac{42000}{14} = 3000$ cm².

Такъ-какъ $F = a.b$, то будетъ $a.b = a.60 = 3000$, откуда $a = \frac{3000}{60} = 50$ cm.

По формулѣ 131

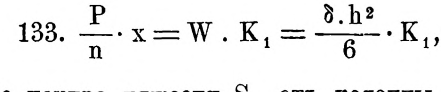
$$\delta_1 = 0{,}05\ (b - b_1).\sqrt{\frac{K_2}{3}\left(1 + 2\cdot\frac{a}{a_1}\right)} = 0{,}05.(50 - 32).\sqrt{\frac{14}{3}\cdot\left(1 + 2\cdot\frac{50}{28}\right)} = \sim 6{,}5 \text{ cm}.$$

и по формулѣ 132

$$\delta_2 = 0{,}05\ (a - a_1).\sqrt{\frac{K_2}{3}\left(1 + 2\cdot\frac{b}{b_1}\right)} = 0{,}05.(60 - 28).\sqrt{\frac{14}{3}\cdot\left(1 + 2\cdot\frac{60}{32}\right)} = 5{,}2 \text{ cm}.$$

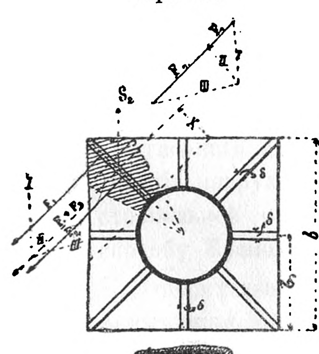
Значеніе для $\delta_1 = 6{,}5$ cm берется какъ толщина опорной плиты.

Если давленіе колонны передается на опорную плиту при помощи усиливающихъ реберъ, то размѣры послѣднихъ разсчитываются въ предположеніи, что они одни исключительно передаютъ давленіе на опорную плиту. Предполагаютъ, что, при равномѣрномъ распредѣленіи давленія P, каждое изъ n реберъ воспринимаетъ давленіе $\frac{P}{n}$ и что точка приложенія этого давленія $\frac{P}{n}$ находится на наружной поверхности колонны, а точка приложенія равнодѣйствующей равномѣрно распредѣленнаго опорнаго сопротивленія — въ центрѣ тяжести S_2 той части опорной плиты, которая принадлежитъ къ каждому отдѣльному ребру (черт. 16). Тогда изгибающій моментъ, дѣйствующій въ сѣченіи ребра у колонны, будетъ



$$133.\ \frac{P}{n}\cdot x = W . K_1 = \frac{\delta . h^2}{6}\cdot K_1,$$

Черт. 16.



гдѣ x — разстояніе центра тяжести S_2 отъ колонны, h — высота ребра у послѣдней и δ — толщина ребра.

$K_1 = 250$ kg/cm² для чугуна.

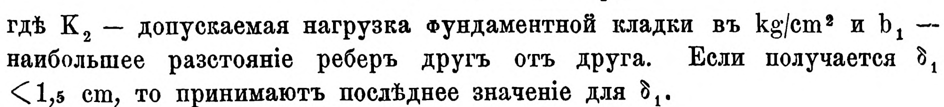
Изъ ур. 133 слѣдуетъ

$$134.\ \delta = \frac{6\,P.x}{n.h^2.K_1} \quad \text{или} \quad 135.\ h = 0{,}155\sqrt{\frac{P.x}{n.\delta}}.$$

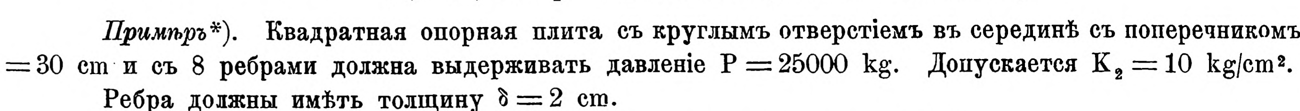
Всѣ мѣры приняты въ kg и cm.

Толщина δ_1 опорной плиты опредѣляется по формулѣ

$$136.\ \delta_1 = 0{,}05\ b_1\sqrt{K_2},$$



гдѣ K_2 — допускаемая нагрузка фундаментной кладки въ kg/cm² и b_1 — наибольшее разстояніе реберъ другъ отъ друга. Если получается $\delta_1 < 1{,}5$ cm, то принимаютъ послѣднее значеніе для δ_1.



Примѣръ).* Квадратная опорная плита съ круглымъ отверстіемъ въ серединѣ съ поперечникомъ $= 30$ cm и съ 8 ребрами должна выдерживать давленіе $P = 25000$ kg. Допускается $K_2 = 10$ kg/cm².

Ребра должны имѣть толщину $\delta = 2$ cm.

Сторона a квадратной опорной плиты опредѣляется по формулѣ 128:

$$a = \sqrt{\frac{P}{K_2} + f}, \text{ гдѣ } f = \frac{30^2.\pi}{4} = \frac{30^2.3{,}14}{4} = 707 \text{ cm}^2, \text{ откуда}$$

*) Заимствованъ изъ Ферстера: „Металлическія конструкціи гражданскихъ сооруженій“.

$$a = \sqrt{\frac{25000}{10} + 707} = 56{,}6 = \sim 60 \text{ cm}.$$

Высота $\mathfrak{h}$ ребра вычисляется по формулѣ 135

$$\mathfrak{h} = 0{,}155 . \sqrt{\frac{P . x}{n . \delta}} = 0{,}155 \sqrt{\frac{25000 . 12}{8 . 2}} = \sim 21 \text{ cm}.$$

x опредѣлено графическимъ способомъ (черт. 16).

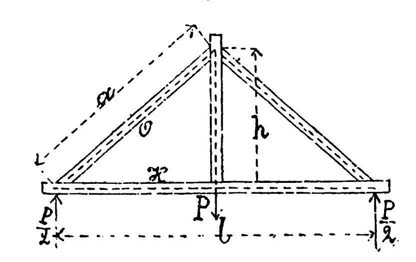
Толщина δ_1 опорной плиты получается изъ ур. 136:

$$\delta_1 = 0{,}05 . b_1 . \sqrt{K_2}, \text{ гдѣ } b_1 = \frac{60}{2} = 30 \text{ cm, откуда } \delta_1 = 0{,}05 . 30 . \sqrt{10} = \sim 4{,}75 \text{ cm}.$$

Е. Разсчетъ подвѣсной системы.

а. *Простая подвѣсная система* (черт. 17). Если P представляетъ нагрузку бабки, то напряженія въ составныхъ частяхъ системы получаются по слѣдующимъ формуламъ. Въ этихъ и нижеслѣдующихъ формулахъ положительный знакъ означаетъ растягивающія, а отрицательный знакъ сжимающія напряженія.

Черт. 17.

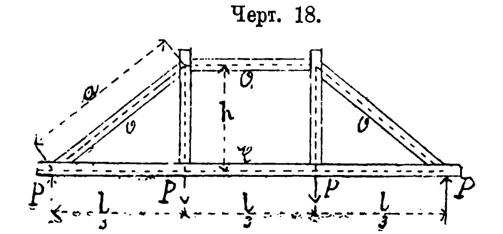


$$O = -\frac{P}{2} . \frac{a}{h},$$

$$H = \frac{P}{4} . \frac{l}{h}.$$

б. *Двойная подвѣсная система* (черт. 18). Если P представляетъ нагрузку каждой изъ обѣихъ бабокъ и AE = EF = FB = ¹/₃ l, то напряженія опредѣляются по слѣдующимъ формуламъ:

Черт. 18.



$$O = -P . \frac{a}{h},$$

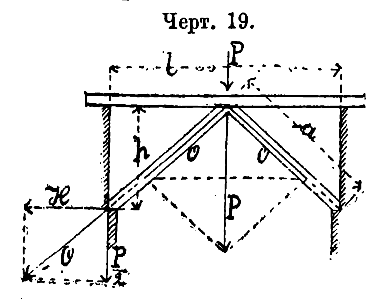
$$H = \frac{P}{3} . \frac{l}{h},$$

$$O_1 = -\frac{P}{3} . \frac{l}{h}.$$

Ж. Разсчетъ шпренгельной системы.

а. *Простая шпренгельная система* (черт. 19). Если нагрузка сосредоточена въ серединѣ балки AB, то напряженія получаются по слѣдующимъ формуламъ:

Черт. 19.

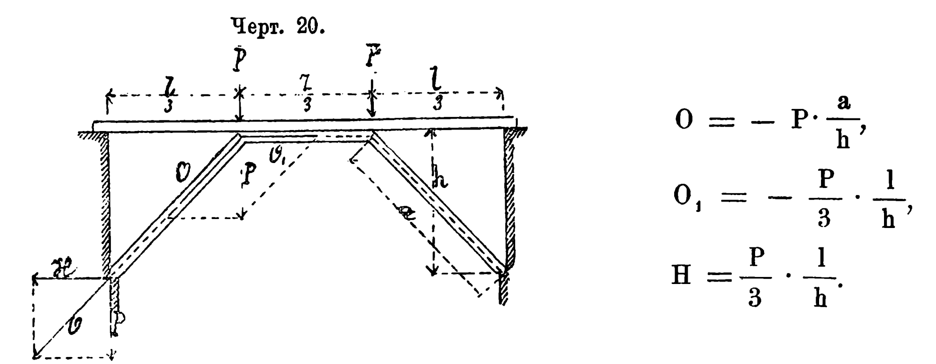


$$O = -\frac{P}{2} . \frac{a}{h},$$

$$H = \frac{P}{4} . \frac{l}{h}$$

б. *Двойная шпренгельная система* (черт. 20). Если нагрузка сосредоточена въ двухъ точкахъ, разстояніе которыхъ отъ опоръ равняется $^1/_3$ l, то напряженія опредѣляются по слѣдующимъ формуламъ:

Черт. 20.



$$O = -P \cdot \frac{a}{h},$$

$$O_1 = -\frac{P}{3} \cdot \frac{l}{h},$$

$$H = \frac{P}{3} \cdot \frac{l}{h}.$$

Площадь поперечнаго сѣченія составныхъ частей подвѣсной и подкосной системъ разсчитываются по формуламъ для растяженія, простого сжатія или продольнаго изгиба.

3. Разсчетъ желѣзныхъ крышъ.

а. *Нагрузка крышъ.* Относительно нагрузки крышъ указываемъ на таблицы № 5 до № 8 приложенія.

При плоскихъ крышахъ оказывается достаточнымъ принимать въ разсчетъ одну лишь вертикальную составляющую давленія вѣтра, при чемъ предполагается, что она дѣйствуетъ во всѣхъ узловыхъ точкахъ верхняго пояса стропильной фермы.

При крутыхъ крышахъ, напротивъ того, предполагаютъ одностороннее дѣйствіе вѣтра и принимаютъ въ разсчетъ давленіе его перпендикулярно къ скату крыши.

б. *Разсчетъ напряженій въ стержняхъ стропильныхъ фермъ. α. Балочныя стропильныя фермы.* Нагрузка крышъ принимается дѣйствующею обыкновенно въ верхнихъ узловыхъ точкахъ верхняго пояса стропильныхъ фермъ, и только въ исключительныхъ случаяхъ предполагается, что часть собственнаго вѣса фермы дѣйствуетъ также въ узловыхъ точкахъ нижняго пояса ея. По опредѣленіи нагрузки каждой изъ узловыхъ точекъ можно разсчитывать напряженія въ стержняхъ стропильной фермы аналитическимъ путемъ по способу Риттера или графическимъ путемъ по способу Кремона.

Относительно разсчета напряженій по способу Риттера указываемъ на разсчетъ рѣшетчатыхъ фермъ, при которомъ этотъ способъ изложенъ.

Графическій способъ Кремона основывается на теоремѣ, что всѣ внѣшнія и внутреннія въ каждой изъ узловыхъ точекъ дѣйствующія силы должны находиться въ равновѣсіи, т.-е. равнодѣйствующая ихъ должна равняться нулю, такъ-что эти силы, нанесенныя въ одинаковомъ масштабѣ, образуютъ замкнутый многоугольникъ. Изъ этихъ силъ могутъ быть неизвѣстны лишь двѣ, которыя находятъ, проводя въ многоугольникѣ силъ параллельныя линіи къ даннымъ направленіямъ искомыхъ силъ.

На основаніи выше указанныхъ способовъ разсчета Риттера и Кремона выведены нижеслѣдующія формулы и составлены діаграммы силъ для опредѣленія напряженій въ стержняхъ стропильныхъ фермъ различныхъ системъ.

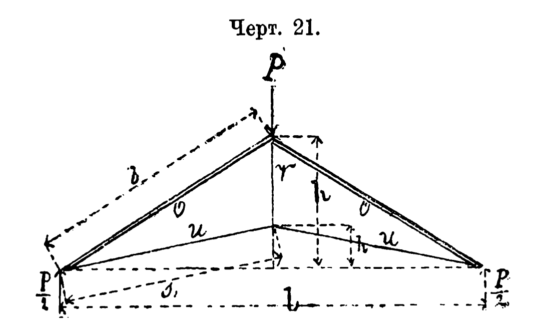
Въ формулахъ положительный знакъ означаетъ растягивающія, а отрицательный знакъ сжимающія напряженія.

Въ діаграммахъ силъ и въ схемахъ стропильныхъ фермъ растянутые стержни означены простыми линіями, а сжатые стержни — двойными.

Стропильныя фермы.

1. *Стропильныя фермы съ приподнятою затяжкою и подвѣснымъ болтомъ* (черт. 21).

Черт. 21.

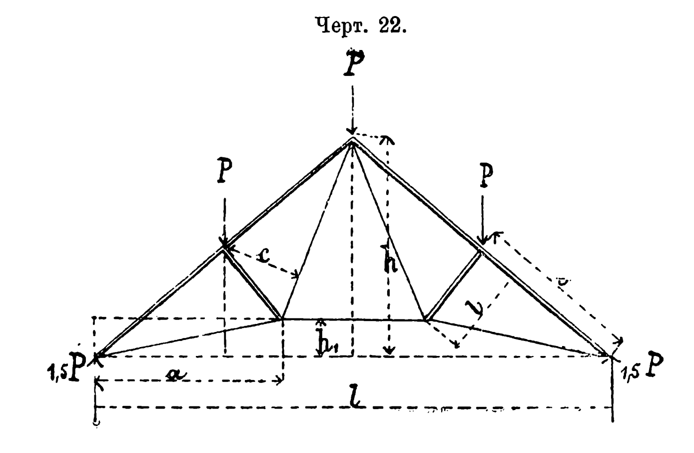


$$U = \frac{P}{2} \cdot \frac{s_1}{h-h_1}, \quad O = -\frac{P}{2} \cdot \frac{s}{h-h_1},$$

$$V = P \cdot \frac{h_1}{h-h_1}.$$

2. *Одноподкосная система Полонсо* (черт. 22).

Черт. 22.



$$O = -1{,}5\,P \cdot \frac{a}{b}, \qquad O_1 = -\frac{P}{4} \cdot \frac{l+2a}{b},$$

$$U = \frac{3\,P}{8} \cdot \frac{l}{c}, \qquad U_2 = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{h-h_1},$$

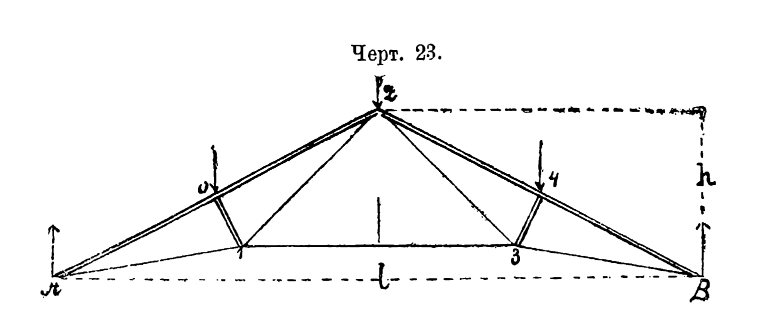
$$V = -\frac{P}{4} \cdot \frac{l}{s}, \qquad U_1 = \frac{P}{8} \cdot \frac{l}{c} \cdot \frac{h+h_1}{h-h_1},$$

Въ этихъ формулахъ:

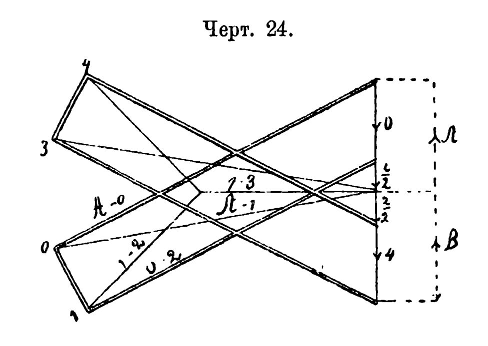
$$s = \tfrac{1}{2}\sqrt{h^2 + \left(\frac{l}{2}\right)^2}, \qquad a = \frac{l}{4} + \frac{b\,h}{2\,s}, \qquad h_1 = \frac{h}{2} - \frac{b\,l}{4\,s}, \qquad c = \frac{b\,s}{\sqrt{a^2 + h_1^2}}.$$

Опредѣленіе напряженій въ стержняхъ стропильной фермы по графическому способу Кремона (черт. 23 и 24).

Черт. 23.

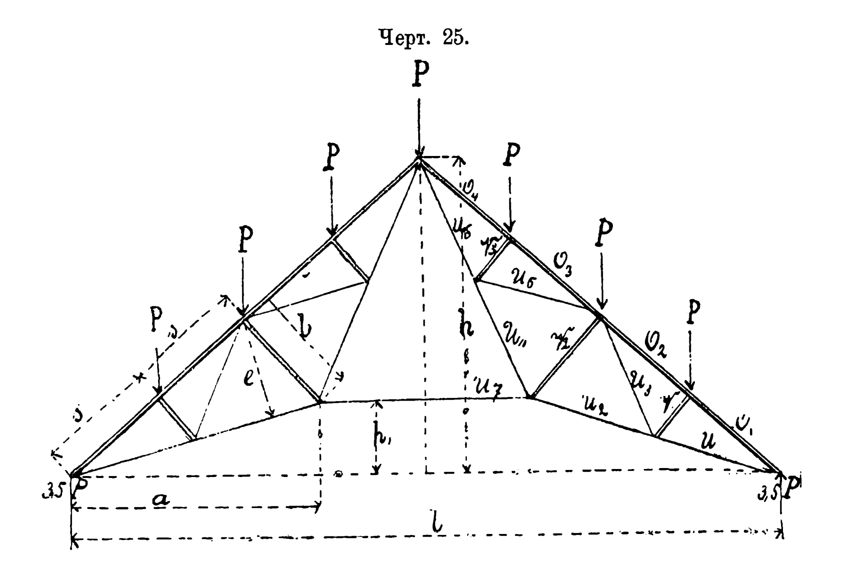


Черт. 24.



3. *Трехподкосная система Полонсо* (черт. 25).

Черт. 25.



$$O_1 = -\ {}^7/_2\ P \cdot \frac{a}{b},$$

$$O_2 = -\ {}^1/_4\ P \cdot \frac{10a + 1}{b},$$

$$O_3 = -\ {}^1/_2\ P \cdot \frac{3a + 1}{b}$$

$$O_4 = -\ {}^1/_4\ P \cdot \frac{2a + 31}{b},$$

$$U_1 = {}^7/_8\ P \cdot \frac{1}{e}, \qquad U_2 = {}^3/_4\ P \cdot \frac{1}{e}, \qquad U_3 = {}^1/_8\ P \cdot \frac{1}{e}, \qquad U_4 = {}^1/_4\ P \cdot \frac{1}{e} \cdot \frac{h + h_1}{h - h_1},$$

$$U_5 = {}^1/_8\ P \cdot \frac{1}{e}, \qquad U_6 = {}^1/_8\ P \cdot \frac{1}{e} \cdot \frac{3h + h_1}{h - h_1}, \qquad U_7 = P \cdot \frac{1}{h - h_1}, \qquad V_1 = -\ {}^1/_8\ P \cdot \frac{1}{s},$$

$$V_2 = -\ {}^1/_4\ P \cdot \frac{1}{s}, \qquad V_3 = -\ {}^1/_8\ P \cdot \frac{1}{s}.$$

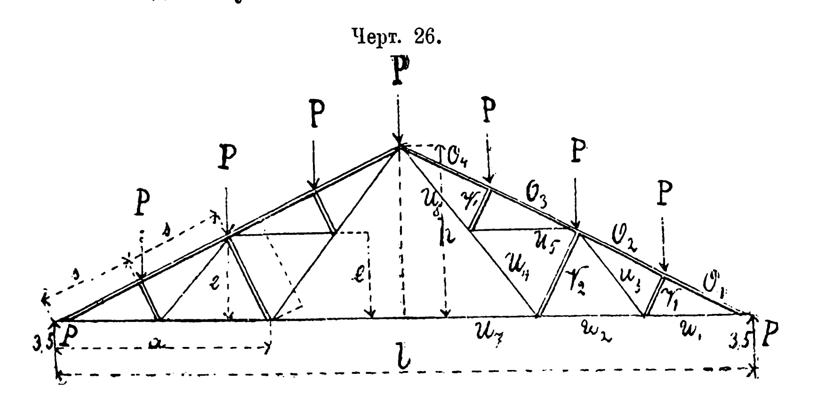
Въ этихъ формулахъ:

$$s = {}^1/_4 \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + h^2}, \quad a = \frac{1}{4} + \frac{h}{1}(h - 2h_1), \quad b = \sqrt{a^2 + h_1^2 - 4\ s^2}, \quad e + \frac{2\ bs}{\sqrt{a^2 + h_1^2}}.$$

Если нижнія струны и затяжка представляютъ одну горизонтальную линію (черт. 26), то въ предыдущихъ формулахъ слѣдуетъ подставить $h_1 = o$ и $e = \frac{h}{2}$.

Тогда получимъ:

Черт. 26.



$$O_1 = -\ 14\ P\frac{s}{h},$$

$$O_2 = -\ {}^1/_4\ P\frac{10a + 1}{b},$$

$$O_3 = -\ {}^1/_2\ P\frac{3a + 1}{b},$$

$$O_3 = -\ {}^1/_4\ P\frac{2a + 31}{b}$$

$U_1 = {}^{7}/_{4}\ P\frac{l}{h}$, $U_5 = {}^{1}/_{4}\ P\frac{l}{h}$, $V_1 = -\ {}^{1}/_{8}\ P\frac{l}{s}$,

$U_2 = {}^{3}/_{2}\ P\frac{l}{h}$, $U_6 = {}^{3}/_{4}\ P\frac{l}{h}$, $V_2 = -\ {}^{1}/_{4}\ P\frac{l}{s}$,

$U_3 = {}^{1}/_{4}\ P\frac{l}{h}$, $U_7 = P\frac{l}{h}$, $V_3 = -\ {}^{1}/_{8}\ P\frac{l}{s}$.

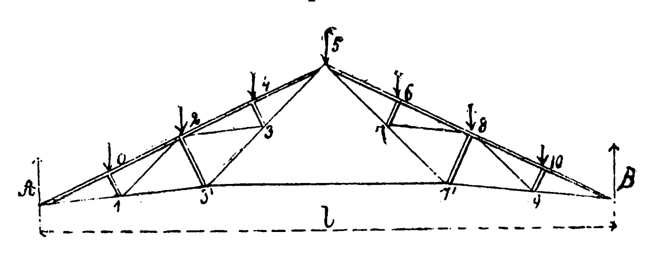
$U_4 = {}^{1}/_{2}\ P\frac{l}{h}$,

Въ этихъ формулахъ:

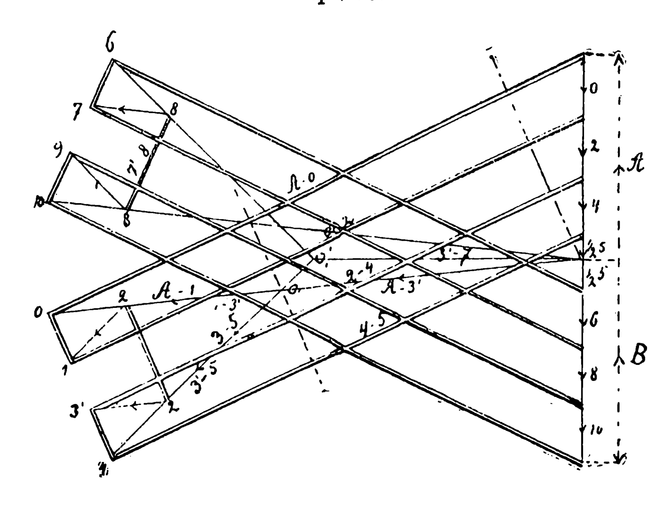
$$a = 16\frac{s^2}{l}, \qquad b = \frac{4hs}{l}.$$

Опредѣленіе напряженій въ стержняхъ обѣихъ стропильныхъ фермъ по трехподкосной системѣ Полонсо по графическому способу Кремона (черт. 27, 28 и 29, 30).

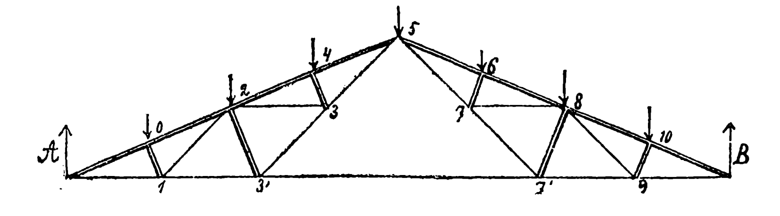
Черт. 27.



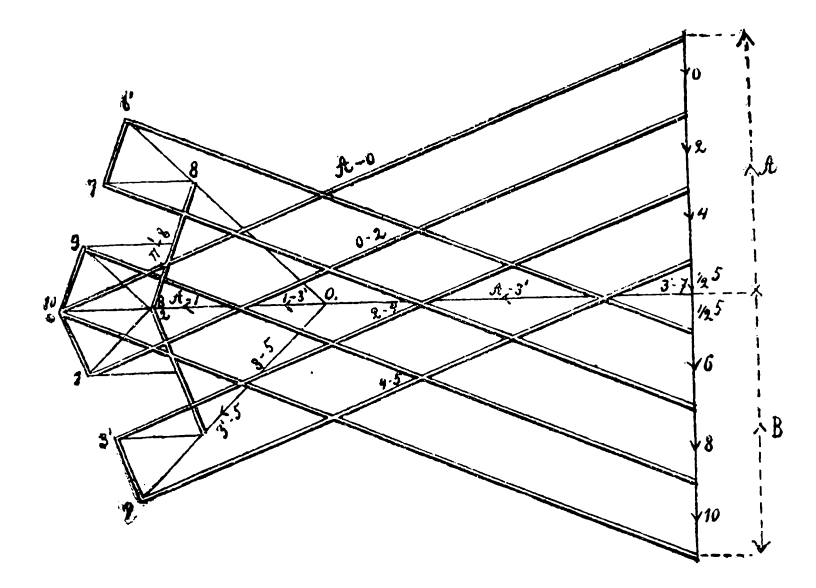
Черт. 28.



Черт. 29.



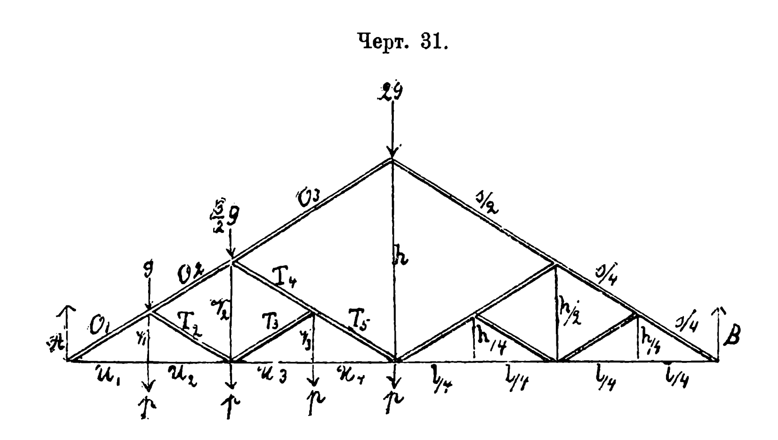
Черт. 30.



4. *Стропильная ферма съ подвѣшеннымъ потолкомъ* (черт. 31).

Если означается черезъ p нагрузка потолка для каждой узловой точки стропильной фермы, а черезъ q соотвѣтственная нагрузка крыши, то получается:

Черт. 31.



$$O_1 = -\ {}^7/_2\ (p + q)\frac{s}{h},$$

$$O_2 = -\ 3\ (p + q)\frac{s}{h},$$

$$O_3 = -\ 2\ (p + q)\frac{s}{h},$$

$$U_1 = U_2 = {}^7/_4\ (p + q)\frac{l}{h},$$

$$U_3 = U_4 = {}^1/_4\ (7p + 6q)\frac{l}{h},$$

$$V_1 = p\ V_2 = 2\ p + \frac{q}{2},$$

$$V_3 = p\ V_4 = 4\ p + 2\ q,$$

$$T_2 = -\ (p + q)\cdot\frac{s}{h},$$

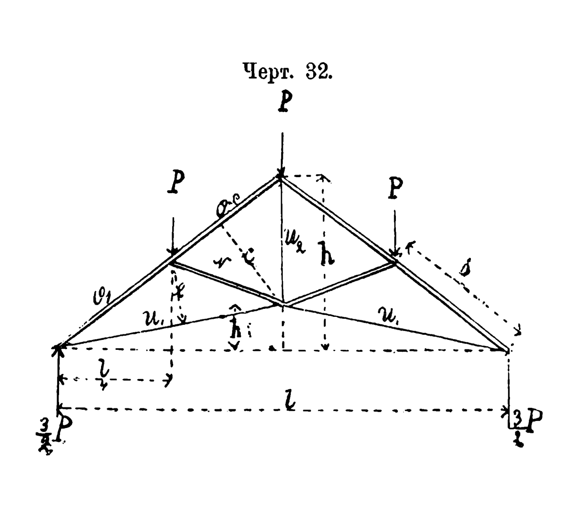
$$T_3 = -\ \frac{p}{2}\cdot\frac{s}{h},$$

$$T_4 = -\ (p + q)\cdot\frac{s}{h},$$

$$T_5 = -\left(\frac{3}{2}\ p + q\right)\frac{s}{h}.$$

5. *Стропильная ферма по англійской подвѣсной системѣ* (черт. 32).

Черт. 32.



$$U_1 = \frac{3}{8} P \cdot \frac{l}{e}, \quad O_2 = -\tfrac{1}{2} P \cdot \frac{l}{c},$$

$$O_1 = -\frac{3}{4} P \cdot \frac{l}{c}, \quad V = -\tfrac{1}{4} P \cdot \frac{l}{d},$$

$$U_2 = P \left(\frac{hl}{2cv} - 1 \right).$$

Въ этихъ формулахъ:

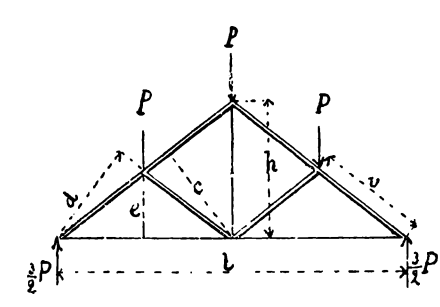
$$c = \frac{l}{4s}(h - h_1), \qquad s = \sqrt{\left(\frac{l}{4}\right)^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2} \quad d = \frac{cs}{s_1},$$

$$s_1 = \sqrt{\left(\frac{l}{4}\right)^2 + \left(\frac{h}{2} - h_1\right)^2}, \qquad e = \frac{l}{4l_1}(h - h_1),$$

$$l_1 = \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + h_1^2}.$$

Если нижній поясъ стропильной фермы имѣетъ горизонтальное положеніе (черт. 33), то.

Черт. 33.



$$O_1 = -3P\frac{s}{h}, \qquad O_2 = -2P\frac{s}{h}$$

$$U_1 = {}^3/_4\, P\frac{l}{h}, \qquad U_2 = P,$$

$$V = -P\frac{s}{h}.$$

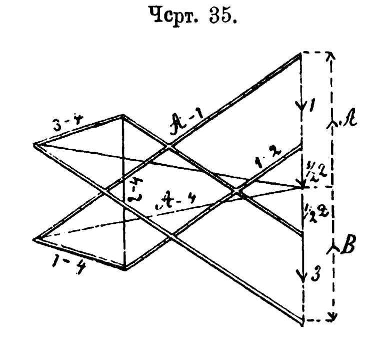
Въ этихъ формулахъ:

$$c = \frac{lh}{4s}, \qquad e = \frac{h}{2}, \qquad s = \sqrt{\left(\frac{l}{4}\right)^2 + \left(\frac{h}{2}\right)^2}.$$

Опредѣленіе напряженій въ составныхъ частяхъ стропильной фермы по графическому способу Кремона показываютъ чертежи 34 и 35.

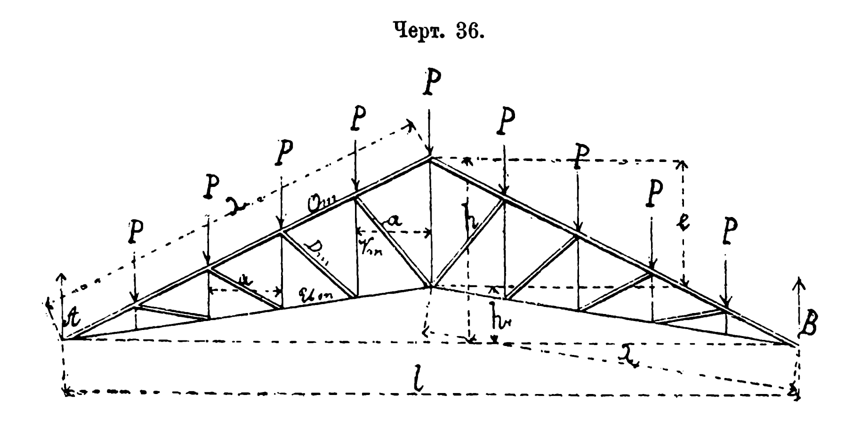
Черт. 34.

Черт. 35.



6. *Стропильная ферма по англійской подвѣсной системѣ съ 2 n панелями и приподнятымъ нижнимъ поясомъ* (черт. 36).

Черт. 36.



Напряженія въ частяхъ m-ой панели:

$$Om = -\frac{P\lambda\,(2n-m)}{2e},$$

$$Um = \frac{P\lambda_1\,(2n-m+1)}{2e},$$

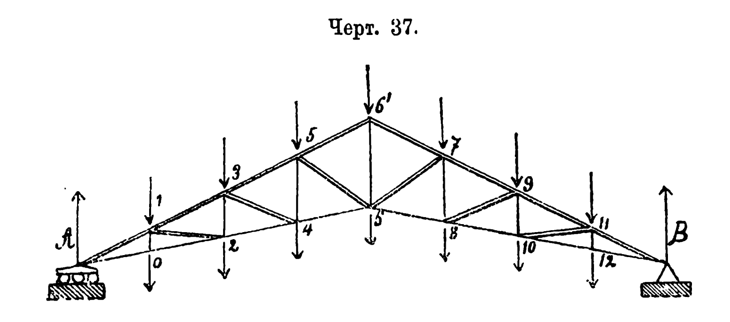
$$Dm = -\frac{P}{4e}\sqrt{l^2+4\,(mc-h)^2},$$

$$Vm = \frac{P\,(m-1)}{2},$$

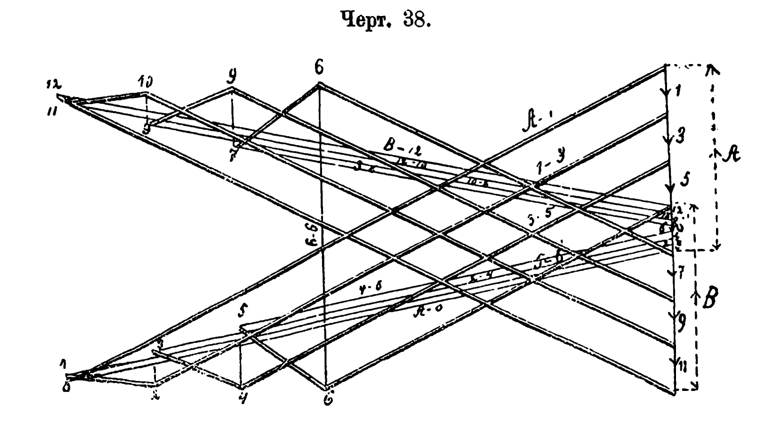
$$Vn = P\left\{\frac{nh}{e}-1\right\}.$$

Опредѣленіе напряженій въ стержняхъ стропильной фермы по графическому способу Кремона (черт. 37 и 38). Предполагается, что часть собственнаго вѣса фермы сосредоточена въ нижнихъ узловыхъ точкахъ.

Черт. 37.

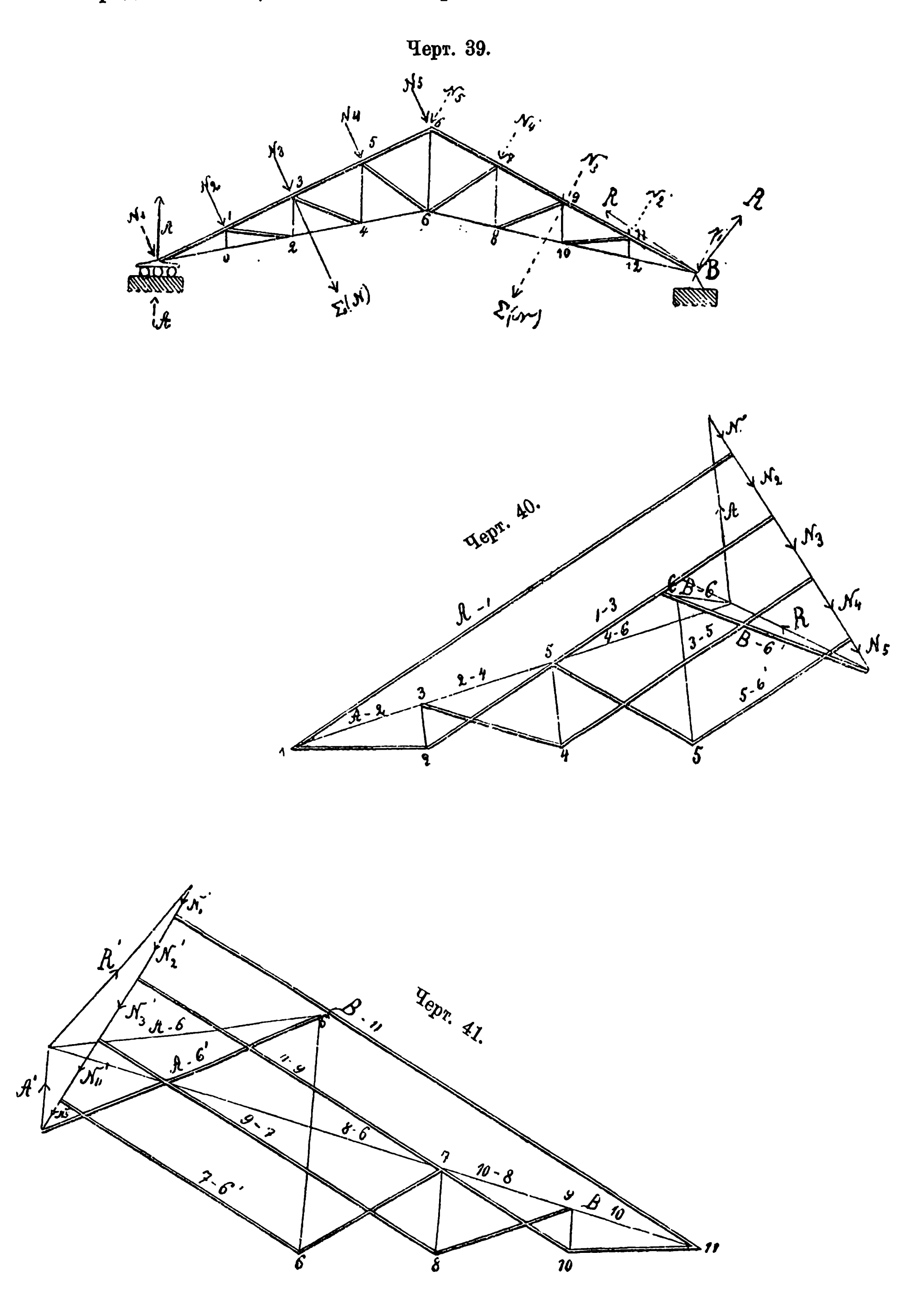


Черт. 38.



Чертежи 39, 40 и 41 показываютъ опредѣленіе напряженій, происходящихъ отъ давленія вѣтра. При этомъ предполагается, что лѣвая опора подвижна.

Черт. 39.



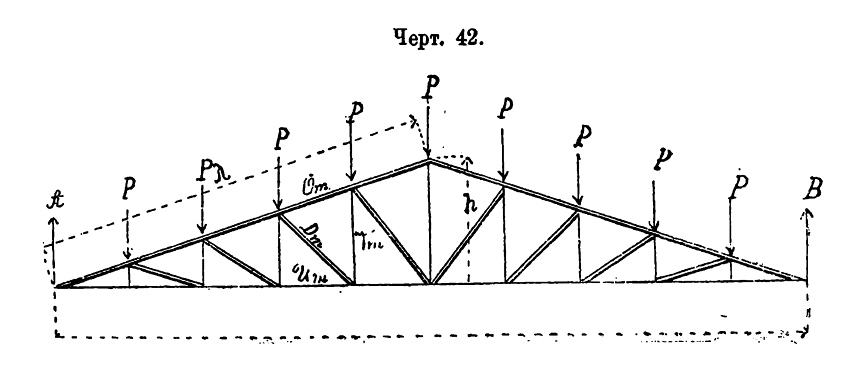
Черт. 40.

Черт. 41.

Если вѣтеръ дѣйствуетъ на лѣвую сторону фермы, то многоугольникъ силъ на чертежѣ 40 даетъ напряженія въ стержняхъ фермы, а если вѣтеръ дѣйствуетъ на правую сторону, то многоугольникъ силъ на чертежѣ 41. Слѣдуетъ принимать въ разсчетъ большія изъ напряженій, которыя прибавляютъ къ напряженіямъ въ отдѣльныхъ стержняхъ фермы, полученнымъ отъ нагрузки собственнымъ вѣсомъ и снѣгомъ.

7. *Стропильная ферма по англійской подвѣсной системѣ съ 2n панелями и горизонтальнымъ нижнимъ поясомъ* (черт. 42).

Черт. 42.



Напряженія въ частяхъ m-ой панели:

$$Om = -\frac{P\lambda\ (2n-m)}{2\ h},$$

$$Um = -\frac{Pl\ (2n-m+1)}{4\ h}$$

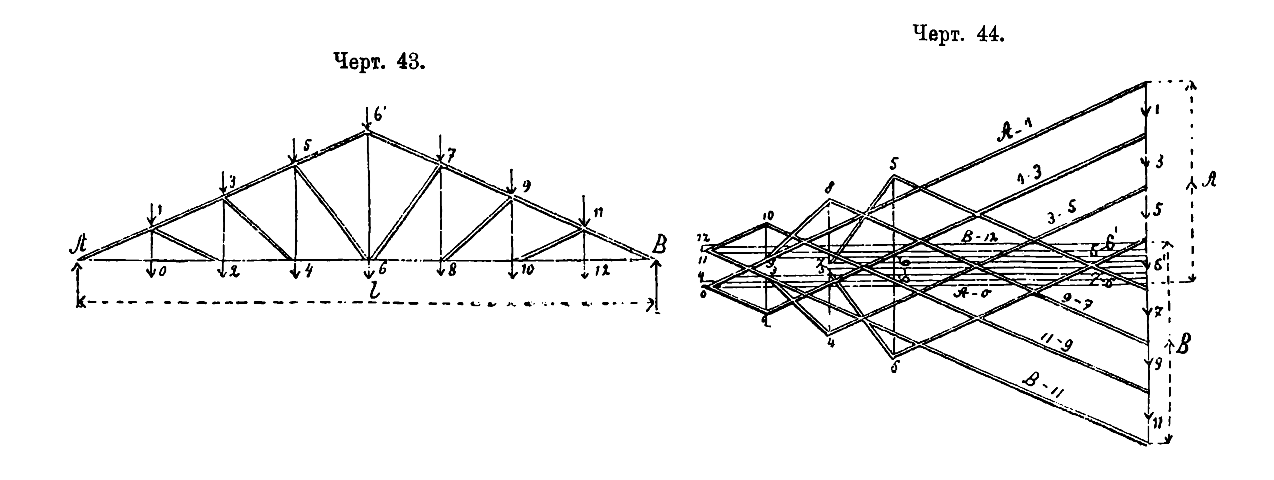
$$Dm = -\frac{P}{4\ h}\sqrt{l^2+4\ h^2\ (m-1)^2},$$

$$Vm = \frac{P\ (m-1)}{2},$$

$$Vn = P\ (n-1).$$

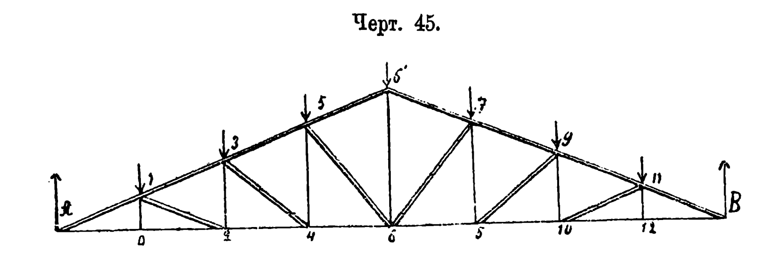
Опредѣленіе напряженій въ стержняхъ стропильной фермы по графическому способу Кремона (черт. 43 и 44). Предполагается, что опредѣленная часть собственнаго вѣса фермы сосредоточена въ нижнихъ узловыхъ точкахъ ея.

Черт. 43. Черт. 44.

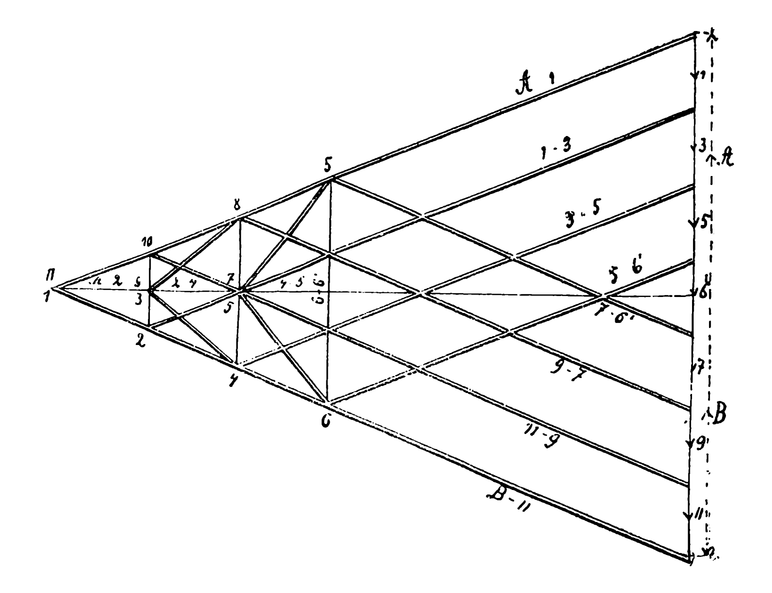


Если вся нагрузка сосредоточена только въ верхнихъ узловыхъ точкахъ стропильной фермы, то опредѣленіе напряженій въ стержняхъ послѣдней производится по чертежу 45 и 46.

Черт. 45.

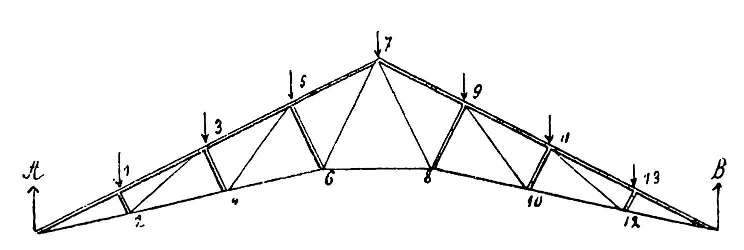


Черт. 46.

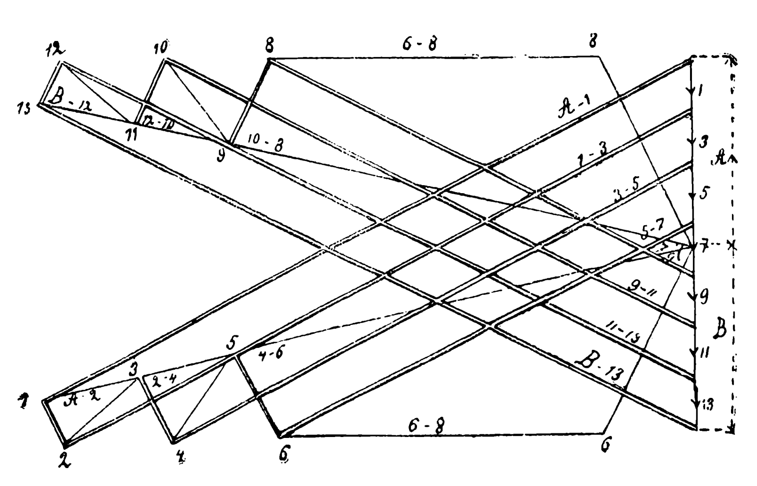


8. *Стропильная ферма по нѣмецкой подвѣсной системѣ.* Чертежи 47 и 48 показываютъ опредѣленіе напряженій въ стержняхъ фермы по графическому способу Кремона.

Черт. 47.

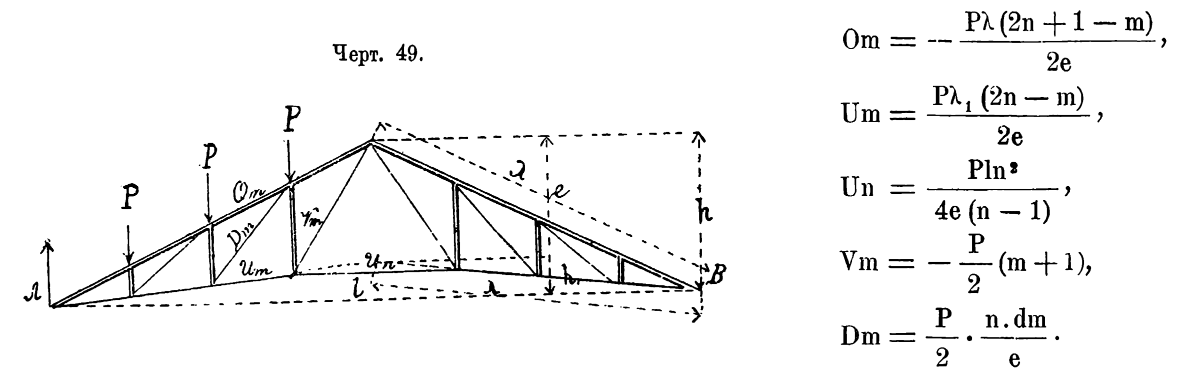


Черт. 48.



9. *Стропильная ферма по американской подвѣсной системѣ* (черт. 49) съ *2n равными панелями и приподнятымъ нижнимъ поясомъ.*

Черт. 49.



$$Om = -\frac{P\lambda\,(2n+1-m)}{2e},$$

$$Um = \frac{P\lambda_1\,(2n-m)}{2e},$$

$$Un = \frac{Pln^2}{4e\,(n-1)},$$

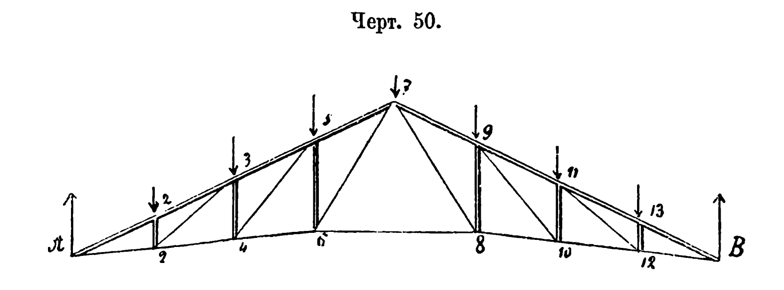
$$Vm = -\frac{P}{2}(m+1),$$

$$Dm = \frac{P}{2}\cdot\frac{n.dm}{e}.$$

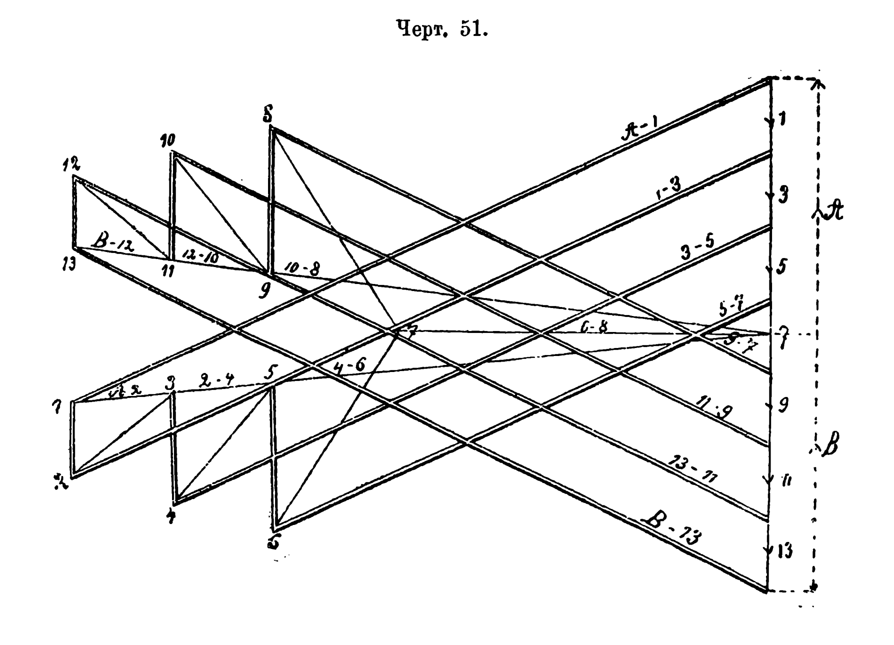
Dm означаетъ длину m-го растянутаго стержня.

Опредѣленіе напряженій въ стропильной фермѣ по американской подвѣсной системѣ съ приподнятымъ нижнимъ поясомъ по графическому способу Кремона (черт. 50 и 51).

Черт. 50.

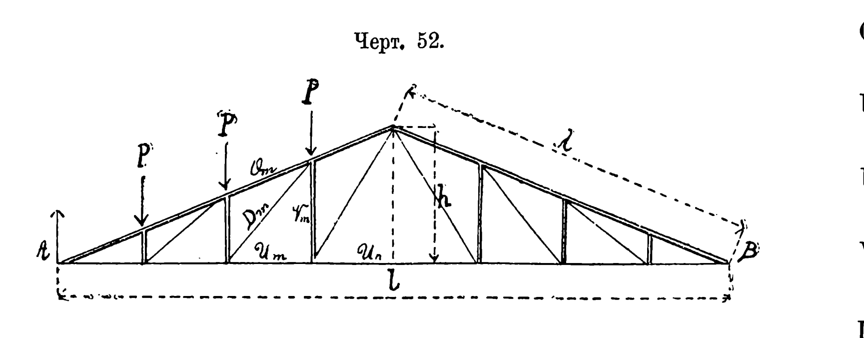


Черт. 51.



10. *Стропильная ферма по американской подвѣсной системѣ съ 2 n панелями и горизонтальнымъ нижнимъ поясомъ* (черт. 52).

Черт. 52.



$$Om = -\frac{P\lambda(2n+1-m)}{2h},$$

$$Um = \frac{Pl(2n-m)}{4h},$$

$$Un = \frac{Pl n^2}{4h(n-1)},$$

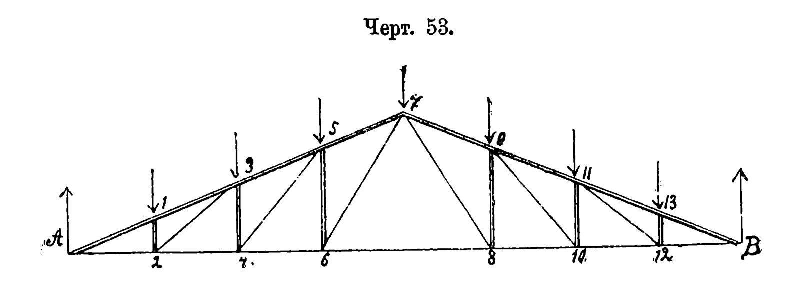
$$Vm = -\frac{P}{2}(m+1),$$

$$Dm = \frac{Pn\, d_m}{2h}.$$

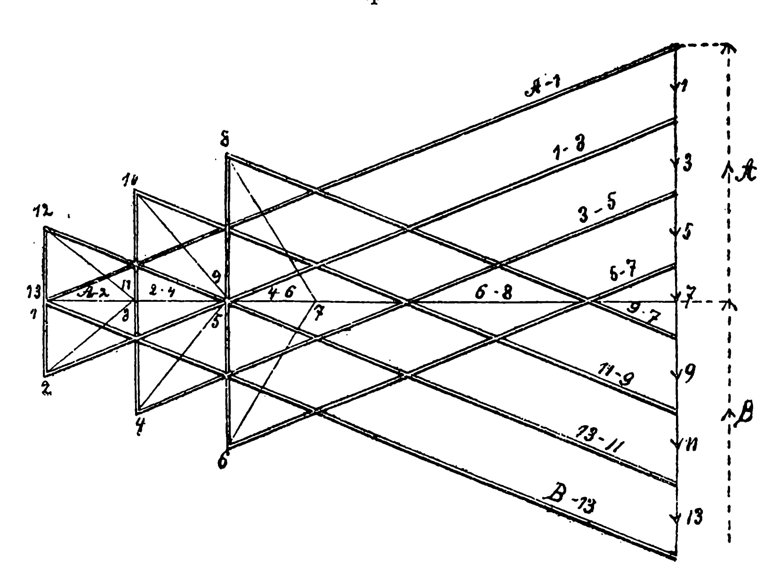
d_m означаетъ длину m-го растянутаго стержня.

Опредѣленіе напряженій въ стержняхъ стропильной фермы по американской подвѣсной системѣ съ горизонтальнымъ нижнимъ поясомъ по графическому способу Кремона (черт. 53 и 54).

Черт. 53.



Черт. 54.



β. *Навѣсныя стропильныя фермы безъ подвѣсной струны* (черт. 55 и 57).

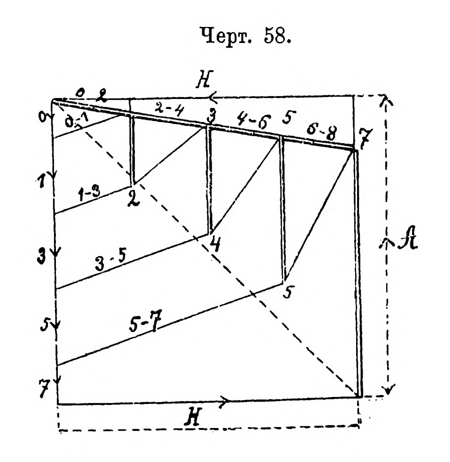
Опредѣленіе напряженій въ стержняхъ фермъ по графическому способу Кремона показываютъ чертежи 56 и 58.

Черт. 55.

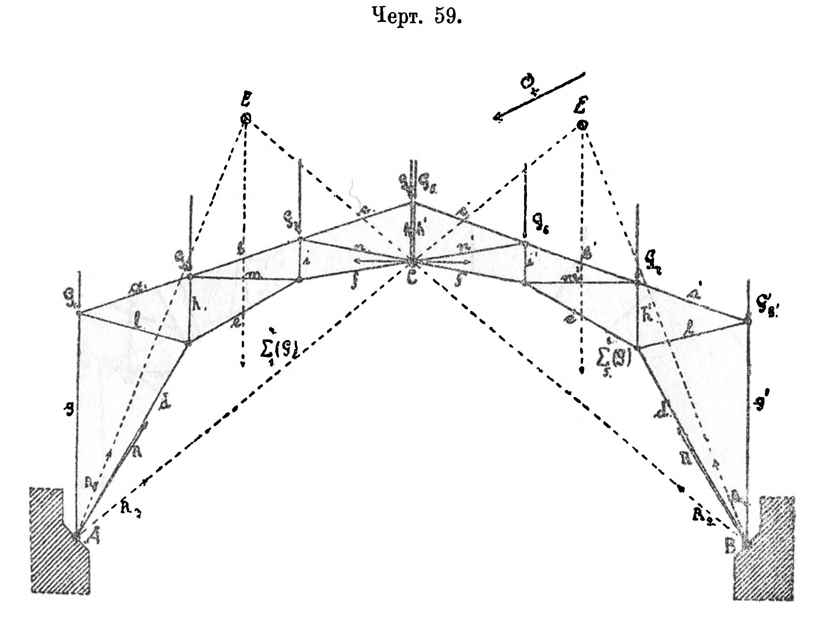
Черт. 56.

Черт. 57.

Черт. 58.



Черт. 59.



γ. *Арочныя стропильныя фермы съ тремя шарнирами.* Напряженія въ стержняхъ арочныхъ стропильныхъ фермъ съ тремя шарнирами опредѣляются по графическому способу Кремона, лучше всего, отдѣльно для нагрузки собственнымъ вѣсомъ, снѣгомъ и давленіемъ вѣтра.

Для этой цѣли слѣдуетъ, прежде всего, опредѣлить направленіе и величину опорныхъ сопротивленій фермы.

При нагрузкѣ фермы собственнымъ вѣсомъ находятъ опорныя сопротивленія, предполагая нагруженною одну лишь лѣвую половину арочной фермы (черт. 59).

Тогда опорное сопротивленіе R_2 должно проходить через шарниръ C и пересѣкается съ направленіемъ равнодѣйствующей $\sum\limits_1^4 (G)$ нагрузки лѣвой половины фермы въ точкѣ E. Черезъ эту точку должно проходить опорное сопротивленіе R_1. Направленія опорныхъ сопротивленій R_3 и R_4, происходящихъ отъ нагрузки правой половины фермы, получаются подобнымъ образомъ. Многоугольники силъ (черт. 60 и 61) даютъ величину опорныхъ сопротивленій R_1, R_2, R_3 и R_4. Затѣмъ опредѣляютъ равнодѣйствующую R опорныхъ сопротивленій R_1 и R_3 (черт. 60) и получаютъ такимъ образомъ лѣвое опорное сопротивленіе фермы при полной нагрузкѣ. Теперь будетъ возможно извѣстнымъ образомъ опредѣлить напряженія въ отдѣльныхъ стержняхъ фермы по графическому способу Кремона (черт. 60).

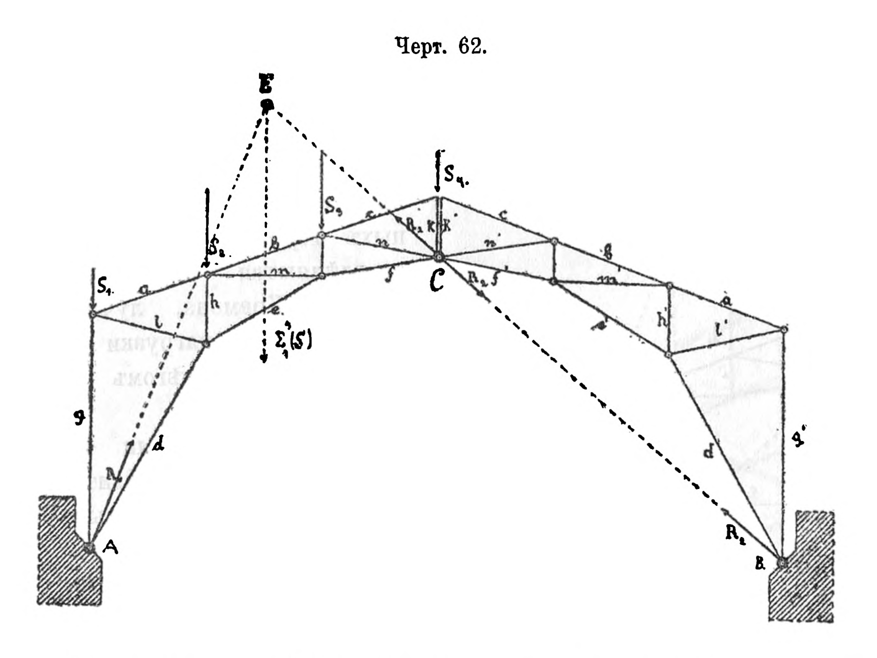
Черт. 60.

Черт. 61.

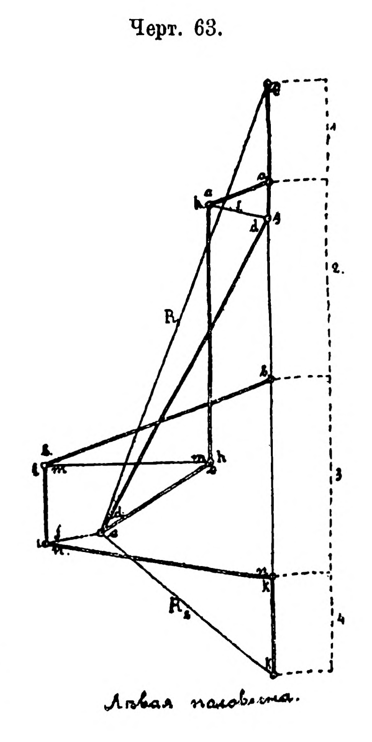
При опредѣленіи напряженій, вызываемыхъ въ стержняхъ фермы нагрузкою снѣгомъ, сперва предполагаютъ также одностороннюю нагрузку фермы. Этимъ становится возможнымъ судить о томъ, какою нагрузкою вызываются наибольшія напряженія въ данномъ стержнѣ фермы, — нагрузкою снѣгомъ одной лишь половины фермы или обѣихъ.

Предположимъ, что лѣвая половина фермы нагружена снѣгомъ (черт. 62). Тогда получаются опорныя сопротивленія R_1 и R_2, какъ это показано выше.

Черт. 62.

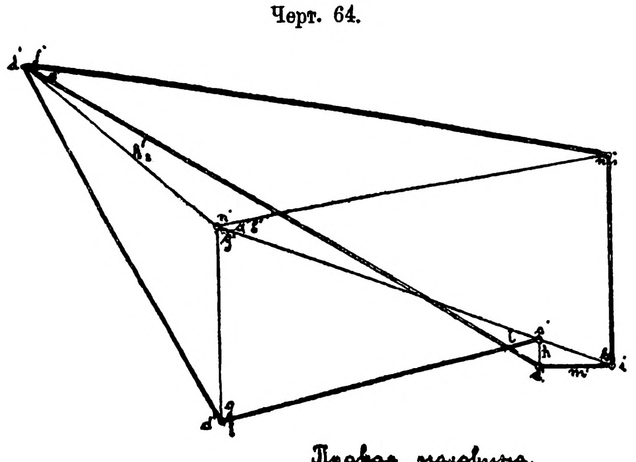


Черт. 63.



Теперь напряженія въ стержняхъ лѣвой половины фермы могутъ быть опредѣляемы діаграммою силъ по чертежу 63, а напряженія въ стержняхъ правой половины — діаграммою силъ по чертежу 64.

Черт. 64.



Правая половина.

Напряженія въ данномъ стержнѣ m лѣвой половины фермы при полной нагрузкѣ снѣгомъ получается теперь слѣдующимъ образомъ:

Нагрузка лѣвой половины фермы вызываетъ въ стержнѣ m напряженіе mm (черт. 63) и въ симметрически расположенномъ стержнѣ m′ правой половины — напряженія m′ m′ (черт. 64). Если предположимъ нагруженною и правую половину фермы, тогда послѣдняя нагрузка вызываетъ въ стержнѣ m лѣвой половины напряженіе, равное m′ m′. Поэтому напряженіе въ стержнѣ m при полной нагрузкѣ фермы составляетъ сумму напряженій m m и m′ m′.

Напряженія, происходящія въ стержняхъ фермы отъ давленія вѣтра, опредѣляются извѣстнымъ образомъ по чертежамъ 65—67, при чемъ въ данномъ стержнѣ принимается въ разсчетъ наибольшее полученное напряженіе.

Черт. 65.

Черт. 66.

Лѣвая половина.

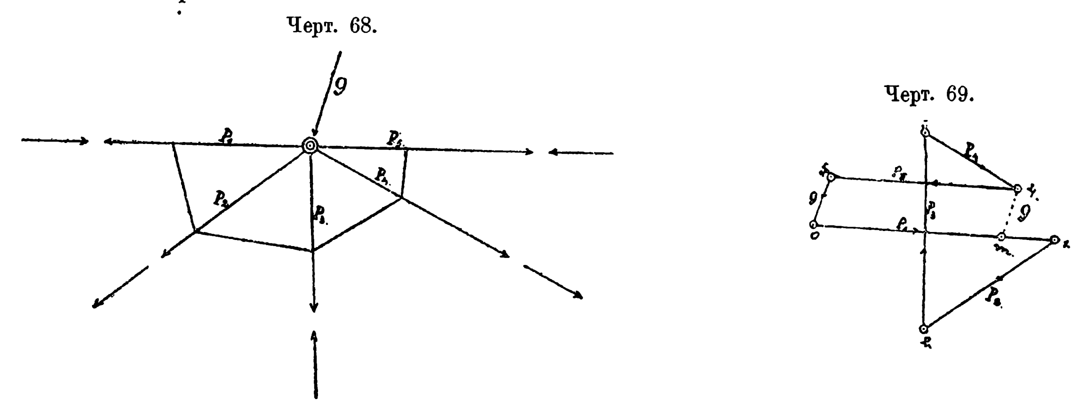
Черт. 67.

Правая половина

в. *Разсчетъ площади поперечнаго сѣченія стержней стропильныхъ фермъ.* Площадь поперечнаго сѣченія *растянутыхъ* стержней разсчитывается на растяженіе по формулѣ 2, $F = \frac{P}{K_1}$, а сжатыхъ, смотря по значенію для $\frac{l}{\rho}$, на сжатіе по формулѣ 4, $F = \frac{P}{K_2}$, или на продольный изгибъ по формуламъ Эйлера, Шварца-Ранкина, Ясинскаго и др.

Указываемъ на сюда относящіяся статьи, гдѣ и находятся примѣры для разсчета.

г. *Устройство узловъ стропильныхъ фермъ.* Устройство узловъ стропильныхъ фермъ изложено въ текстѣ руководства. Здѣсь замѣтимъ еще, что число заклепокъ, при помощи которыхъ стержни прикрѣпляются къ соединительному листу, разсчитывается на основаніи полнаго напряженія въ стержняхъ, если они оканчиваются у узла. Если, напротивъ того, прямой поясъ проходитъ черезъ узловую точку безъ стыка, тогда слѣдуетъ опредѣлить нужное число заклепокъ для его прикрѣпленія къ соединительному листу только на основаніи разности $m\ 1 = P_1 - P_5$ (черт. 68 и 69) напряженій P_1 и P_5 въ проходящемъ стержнѣ.


Черт. 68. Черт. 69.

Это изъясняется тѣмъ, что равнодѣйствующая напряженій P_2, P_3, P_4 и нагрузки G узловой точки равняется $m\ 1 = P_1 - P_5$. Силу $m\ 1 = P_1 - P_5$ получаютъ, проводя параллельную линію черезъ точку 4 къ силѣ G.

д. *Разсчетъ опорныхъ подушекъ для стропильныхъ фермъ. Скользящія и тангенціальныя опоры.* Подушки стропильныхъ фермъ для скользящей и тангенціальной опоръ разсчитываются равнымъ образомъ, какъ подушки для подобныхъ опоръ балокъ.

Опоры съ балансиромъ. Разсчетъ поперечника балансира. При разсчетѣ поперечника d балансира предполагается, что опорное давленіе A равномѣрно распредѣляется по горизонтальной проекціи поверхности касанія балансира съ верхнею балансирною подушкою. Ширина этой проекціи представляетъ длину хорды дуги круга съ поперечникомъ d. Принадлежащій къ хордѣ центральный уголъ можетъ быть принимаемъ приблизительно въ 90°, такъ-что длина хорды получается $= d. \sin 45^0$, и поэтому, при выше указанномъ предположеніи,

$$137.\ A = K_2 . b . d . \sin 45^0, \text{ откуда } 138.\ d = \frac{A}{K_2 . b . \sin 45^0}.$$

Въ этой формулѣ означаютъ: K_2 — прочное сопротивленіе чугуна ($K_2 = 500$ kg/cm²) или стали ($K_2 = 1000$ kg/cm²) и b — длину балансира.

Подставляя въ ур. 138 съ достаточною точностью $\sin 45^0 = 0{,}7$, получимъ

$$\text{для чугуннаго балансира } 139.\ d = \frac{A}{350 . b},$$

$$\text{для стальнаго балансира } 139a.\ d = \frac{A}{700 . b}.$$

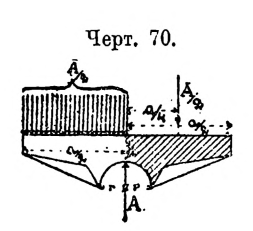
Поперечникъ чугуннаго балансира дѣлается не меньше 6 cm и стального — не меньше 5 cm.

Примѣръ. Требуется разсчитать поперечникъ d чугуннаго балансира длиною въ = 22 cm, если опорное давленіе стропильной фермы A = 40000 kg.

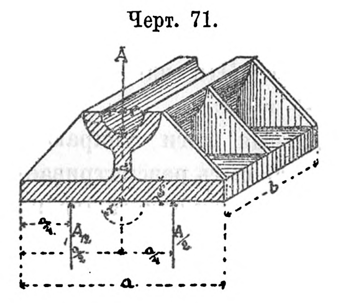
По формулѣ 139 получается

$$d = \frac{A}{350 \cdot b} = \frac{40000}{350.22} = \sim 5{,}5 \text{ cm; принимаемъ } d = 6 \text{ cm.}$$

Разсчетъ толщины h верхней (черт. 70) и нижней (черт. 71) балансирныхъ подушекъ. Толщина h балансирныхъ подушекъ разсчитывается подобнымъ образомъ, какъ толщина обыкновенныхъ подушекъ балокъ, т.-е. опредѣляется изгибающій моментъ, оказывающій стремленіе сломать подушку въ серединѣ. Усиливающія ребра подушекъ при разсчетѣ не принимаются во вниманіе.



Черт. 70.



Черт. 71.

Толщина h верхней и нижней балансирныхъ подушекъ получается изъ уравненія (черт. 70 и 71)

140. $M = \frac{A}{2} \cdot \frac{a}{4} = W.K = \frac{bh^2}{6}$, откуда 141. $h = 0{,}055 \sqrt{\frac{a}{b} A}$.

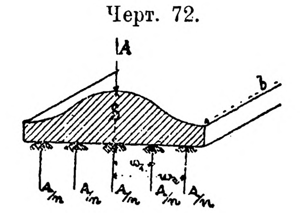
Для чугуна принято $K = 250$ kg/cm².

Опоры на каткахъ. При разсчетѣ толщины δ подушки, лежащей на каткахъ (черт. 72), предполагается, что опорное давленіе A стропильной фермы равномѣрно распредѣляется на отдѣльные катки. Если число послѣднихъ составляетъ n, то на каждый изъ n катковъ приходится нагрузка $\frac{A}{n}$, такъ-что по прежнему получимъ

$$142. \quad M = \frac{A}{n}.w_1 + \frac{A}{n}.w_2 + \frac{A}{n}.w_3 + \ldots = \frac{b\delta^2}{6}.K.$$

Изъ ур. 142 разсчитывается искомая толщина δ, при чемъ принимаютъ для чугуна $K = 250$ kg/cm². Значеніе буквъ въ формулѣ 142 будетъ ясно изъ чертежа 72.

Черт. 72.



Число n катковъ получается по Häsler'у изъ уравненія

$$143. \quad n = 1{,}5 \cdot \sqrt{\frac{E}{K_2^3\left(1 + \frac{2\delta}{d}\right)}} \cdot \frac{A}{b \cdot d}.$$

Въ этой формулѣ означаютъ:

- A — опорное давленіе стропильной фермы въ kg,
- E — коэффиціентъ упругости матеріала въ kg/cm²,
- K_2 — прочное сопротивленіе матеріала сжатію въ kg/cm²,
- b — длину катковъ въ cm,
- d — поперечникъ катковъ въ cm и δ толщину опорной плиты подъ катками въ cm.

Такъ-какъ обыкновенно дѣлается $\delta = 0{,}5$ d, то будетъ $\frac{\delta}{d} = 0{,}5$.

Для чугунныхъ катковъ $E = 1000000$ kg/cm² и $K_2 = 500$ kg/cm². Тогда ур. 143 переходитъ въ 144. $n = 0{,}095 \frac{A}{b\,.\,d}$.

Для чугуна наилучшаго качества можно принимать $K_2 = 800$ kc/gm², такъ-что изъ ур. 143 слѣдуетъ 144a. $n = 0{,}047 \frac{A}{b\,.\,d}$.

Для стальныхъ катковъ $E = 2200000$ kg/cm² и $K_2 = 1200$ kg/cm². Тогда изъ ур. 143 получается 145. $n = 0{,}038 \,.\, \frac{A}{b\,.\,d}$.

е. *Разсчетъ стропильныхъ ногъ.* Стропильныя ноги разсчитываются на изгибъ, при чемъ предполагается, что нагрузки кровлею, снѣгомъ и вѣтромъ дѣйствуютъ перпендикулярно къ продольной оси стропильной ноги. Эти нагрузки на погонную единицу означаются черезъ g, s и w, а сумма ихъ будетъ $g + s + w = p$.

Стропильныя ноги упираются въ прогоны, разстояніе которыхъ другъ отъ друга означимъ черезъ l, и могутъ быть разсматриваемы какъ балки, свободно лежащія на двухъ опорахъ. Тогда изгибающій моментъ для середины стропильной ноги

$$146.\quad M_{max} = \frac{pl^2}{8} = \frac{(g + s + w).l^2}{8} = W\,.\,K.$$

Здѣсъ означаютъ W — моментъ сопротивленія поперечнаго сѣченія стропильной ноги и K — прочное сопротивленіе матеріала изгибу.

Изъ ур. 146 вычисляется

$$147.\quad W = \frac{(g + s + w)}{8} \,.\, \frac{l^2}{K}$$

Этотъ способъ разсчета даетъ результаты достаточной точности.

Примѣръ. Разстояніе между желѣзными стропильными ногами кровли изъ гладкаго листового желѣза съ наклономъ 1 : 4 равняется 1,25 m. Свободная длина стропильной ноги составляетъ 3 m. Нагрузка на 1 погонный метръ состоитъ изъ собственнаго вѣса $41 \,.\, 1{,}25 = 51{,}25$ kg, изъ нагрузки снѣгомъ $96 \,.\, 1{,}25 = 120$ kg и давленія вѣтра $49 \,.\, 1{,}25 = 61{,}25$. Соотвѣтственныя нагрузки на 1 погонный cm

$$g = \frac{51{,}25}{100}\ \text{kg},\ s = \frac{120}{100}\ \text{kg и } w = \frac{61{,}25}{100},\ \text{а сумма } p = g + s + w = \frac{51{,}25 + 120 + 61{,}25}{100} = \sim 2{,}33\ \text{kg}.$$

По формулѣ 147 получимъ теперь

$$W = \frac{(g + s + w)}{8} \cdot \frac{l^2}{K} = \frac{2{,}33}{8} \cdot \frac{90000}{1000} = 26{,}2\ \text{cm}^3.$$

Корытное желѣзо профиль № 8 по русскому сортаменту оказываетъ $W_x = 28{,}5$ cm³ и будетъ поэтому достаточнаго сопротивленія.

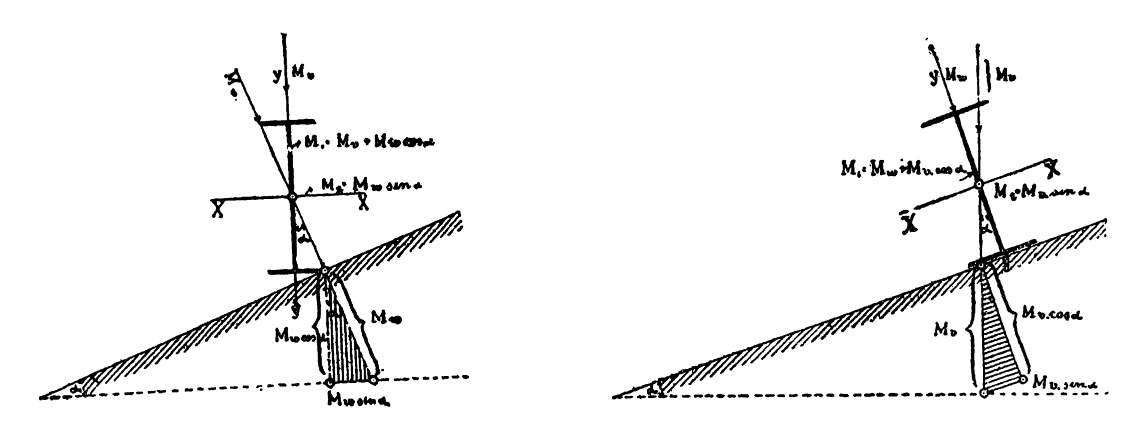
ж. *Разсчетъ прогоновъ.* Наиболѣе употребительныя формы поперечнаго сѣченія прогоновъ бываютъ для дерева прямоугольная и для желѣза двутавровая (I), корытная ([) и зетовая (ᒍ).

Разсчетъ поперечнаго сѣченія прогоновъ нѣсколько затрудняется тѣмъ, что нагрузка собственнымъ вѣсомъ и снѣгомъ дѣйствуетъ въ другой плоскости, какъ давленіе вѣтра.

Желѣзные прогоны стѣнкою могутъ быть расположены вертикально или перпендикулярно къ скату крыши. Въ первомъ случаѣ (черт. 73) плоскость дѣйствующихъ силъ отъ собственнаго вѣса и нагрузки снѣгомъ совпадаетъ съ главною осью У поперечнаго сѣченія прогона, а плоскость давленія вѣтра пересѣкается съ нею подъ острымъ угломъ; въ другомъ случаѣ (черт. 74), наоборотъ, плоскость

давленіе вѣтра, въ виду принятаго для разсчета направленія его, совпадаетъ съ главною осью Y сѣченія, а плоскость остальныхъ дѣйствующихъ вертикальныхъ силъ пересѣкаетъ ее подъ острымъ угломъ.

Черт. 73. Черт. 74.



Для разсчета поперечнаго сѣченія прогоновъ симметричнаго вида, изгибающіе моменты, не совпадающіе съ одною изъ главныхъ осей, разлагаются по направленію послѣднихъ и затѣмъ примѣняется формула

$$34.\quad \sigma = \sigma' + \sigma'' = \frac{M \cdot \cos \alpha}{W_y} + \frac{M \cdot \sin \alpha}{W_x}.$$

Въ виду означенія величинъ на чертежахъ 73 и 74 формула 34 переходитъ въ

$$148.\quad \sigma = \frac{M_1}{W_x} + \frac{M_2}{W_y}.$$

Извѣстно, что примѣненіе формулы 148 допускается только тогда, если предлагаемое поперечное сѣченіе оказываетъ точки, одновременно наиболѣе удаленныя отъ обѣихъ главныхъ осей его. Въ виду этого, примѣненіе формулы 148 возможно только при деревянныхъ прогонахъ съ прямоугольнымъ сѣченіемъ и при желѣзныхъ прогонахъ двутавровой (I) и корытной ([) формы.

Для болѣе удобнаго разсчета, ур. 148 преобразовывается въ слѣдующее:

$$149.\quad \sigma = \frac{1}{W_x} \cdot \left\{ M_1 + \frac{W_x}{W_y} \cdot M_2 \right\}.$$

Подставляя $\frac{W_x}{W_y} = c$, получимъ

$150.\quad \sigma = \frac{1}{W_x} (M_1 + c . M_2)$, откуда $151.\quad W_x = \frac{M_1 + c \cdot M_2}{K}$. Дѣйствительное напряженіе σ въ ур. 151 замѣнено допускаемымъ K.

Значеніе коэффиціента c при отдѣльныхъ профиляхъ фасоннаго желѣза различно, но можно принимать, для приблизительнаго разсчета, среднее значеніе его.

Полученный этимъ результатъ повѣряется введеніемъ въ разсчетъ точнаго значенія коэффиціента c.

Для простого прямоугольнаго сѣченія получается точно:

$$c = \frac{W_x}{W_y} = \frac{b h^2}{b} : \frac{b^2 h}{b} = \frac{h}{b}.$$

По русскому сортаменту можно принимать среднимъ числомъ

для [-желѣза c = 6, а для I-желѣза c = 8,7;

по германскому сортаменту

для [-желѣза c = 6, а для I-желѣза c = 8.

Точныя значенія коэффиціента c для нормальныхъ профилей фасоннаго желѣза по русскому и германскому сортаментамъ составлены въ слѣдующихъ таблицахъ.

№ 26.

А. Таблица значеній коэффиціента $c = \frac{W_x}{W_y}$ для профилей корытнаго желѣза русскаго нормальнаго сортамента.

№ профилей	5	6½	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
W_x въ cm³	11,03	18,43	28,5	42,65	61,9	89,2	119,2	159,2	202	257,3	314,4	388	462	557
W_y въ cm³	3,942	5,42	7,02	8,86	11,67	15,35	19,2	24,26	29,4	36,0	42,6	51	59,2	69,7
c	2,8	3,4	4,0	4,81	5,30	5,81	6,21	6,56	6,87	7,15	7,38	7,6	7,8	8,0

Σ (c) = 83,69. Поэтому среднее значеніе $c = \frac{83{,}69}{14} = \sim 6$.

Б. Таблица значеній коэффиціента $c = \frac{W_x}{W_y}$ для профилей двутавроваго желѣза русскаго нормальнаго сортамента.

№ профилей	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
W_x въ cm³	21,6	36,1	55,7	81,3	113,6	153,4	201,4	258,5	325	403	491	592	706	833	975	1132	1304
W_y въ cm³	3,84	5,65	7,95	10,8	14,26	18,4	23,24	28,83	35,36	42,75	51,1	60,5	70,9	82,5	95,3	109,3	174,7
c	5,63	6,39	7,0	7,53	7,97	8,34	8,67	8,96	9,19	9,43	9,61	9,79	9,96	10,1	10,23	10,36	10,46

Σ (c) = 148,62. Поэтому среднее значеніе $c = \frac{148{,}62}{17} = 8{,}74$

В. Таблица значеній коэффиціента $c = \frac{W_x}{W_y}$ для профилей корытнаго желѣза германскаго нормальнаго сортамента.

№ профилей	4	6½	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
W_x въ cm³	7,1	17,7	26,5	41,1	60,7	86,4	116	150	191	245	300	371	450	535
W_y въ cm³	3,08	5,06	6,37	8,50	11,1	14,8	18,3	22,4	27,0	33,6	39,6	47,8	57,2	67,8
c	2,31	3,50	4,16	4,84	5,48	5,85	6,32	6,73	7,09	7,28	7,57	7,76	7,88	7,90

Σ (c) = 84,67. Поэтому среднее значеніе $c = \frac{84{,}67}{14} = \sim 6$.

Г. Таблица значеній коэффиціента $c = \frac{W_x}{W_y}$ для профилей двутавроваго желѣза германскаго нормальнаго сортамента.

№ профилей	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
W_x въ cm³	19,4	25,9	34,1	43,3	54,5	67,0	81,7	97,9	117	137	161	185	214	244	278	314	353
W_y въ cm³	2,99	3,81	4,86	5,99	7,38	8,85	10,7	12,5	14,7	17,1	19,8	22,6	25,9	29,3	33,3	36,9	41,6
c	6,50	6,80	7,01	7,23	7,38	7,57	7,65	7,83	7,92	8,02	8,10	8,20	8,26	8,31	8,34	8,50	8,50

№ профилей	25	26	27	28	29	30	32	34	36	38	40	42½	45	47½	50	55
W_x въ cm³..	396	441	491	541	594	652	781	922	1088	1262	1459	1739	2040	2375	2750	3602
W_y въ cm³..	46,4	50,6	56,0	60,8	66,1	71,9	84,6	98,1	114	131	150	176	203	234	267	349
c..........	8,54	8,72	8,76	8,91	8,99	9,07	9,23	9,40	9,53	9,67	9,76	9,89	10,1	10,1	10,3	10,3

$$\Sigma\ (c) = 283{,}4\ .\ \text{Поэтому среднее значеніе } c = \frac{283{,}4}{33} = \sim 8{,}5$$

Если принять во вниманіе однѣ лишь наиболѣе употребительныя профили отъ № 8 до № 40, то $c = \frac{232{,}7}{28} = \sim 8$.

Примѣръ. Крыша съ наклономъ 1 : 2 ($\alpha = 26^0 40'$, $\sin \alpha = 0{,}449$, $\cos \alpha = 0{,}894$) должна выдерживать нагрузку кровли въ 23 и снѣга въ 100 kg на 1 кв. метръ горизонтальной проекціи. Перпендикулярно къ скату крыши дѣйствующее давленіе вѣтра принимается въ 72 kg на 1 кв. метръ наклоннаго ската крыши. Свободная длина прогоновъ, равная разстоянію стропильныхъ фермъ другъ отъ друга, составляетъ 4 m. Разстояніе прогоновъ другъ отъ друга въ планѣ должно быть 2 m, и поэтому въ скатѣ крыши равняется $\frac{2}{\cos \alpha} = \frac{2}{0{,}894} = \sim 2{,}24$.

Требуется разсчитать прогоны двутавроваго поперечнаго сѣченія 1) при вертикальномъ положеніи стѣнки ихъ и 2) при перпендикулярномъ къ скату крыши положеніи. Допускаемое напряженіе принимается $K = 1000$ kg/cm².

Изгибающій моментъ въ вертикальной плоскости въ kgcm (черт. 73)

$$M_v = \frac{23 + 100}{100}\ .\ 2\ \frac{400^2}{8} = 49200 \text{ kgcm}.$$

Изгибающій моментъ въ перпендикулярной къ скату крыши плоскости (черт. 74)

$$M_w = \frac{72}{100}\ .\ 2{,}24\ .\ \frac{400_2}{8} = 32256 \text{ kgcm}.$$

1. Стѣнка двутавроваго прогона имѣетъ вертикальное положеніе (черт. 73). Тогда моментъ M_v дѣйствуетъ въ плоскости по главной оси У сѣченія, а M_w въ плоскости, наклонной къ ней. Теперь будетъ

$$M_1 = M_v + M_w\ .\ \cos \alpha = 49200 + 32256\ .\ 0{,}894 = 79036 \text{ kgcm и}$$
$$M_2 = M_w \sin \alpha = 32256\ .\ 0{,}449 = 14483 \text{ kgcm}.$$

По формулѣ 151 получается, при $c = 8{,}8$ для русск. сорт., требуемый моментъ сопротивленія

$$W_x = \frac{M_1 + c . M_2}{K} = \frac{79036 + 8{,}8 . 14483}{1000} = 206{,}8 \text{ cm}^3.$$

Требуемому моменту сопротивленія, лучше всего, соотвѣтствуетъ профиль № 20 русск. сорт. съ $W_x = 201{,}11$ cm³. Для профили № 20 точное значеніе $c = 8{,}67$, такъ-что точное значеніе для

$$W_x = \frac{79036 + 8{,}67 . 14483}{1000} = 204{,}6 \text{ cm}^3.$$

Выбранная профиль № 20 удовлетворительна, такъ-какъ моментъ сопротивленія ея только незначительно меньше требуемаго.

2. Стѣнка двутавроваго прогона имѣетъ перпендикулярное къ скату крыши положеніе (черт. 74). Тогда давленіе вѣтра дѣйствуетъ въ плоскости по главной оси У сѣченія, а нагрузка изъ кровли и снѣга въ плоскости, наклонной къ ней. Теперь получается

$$M_1 = M_w + M_v . \cos \alpha = 32256 + 49200 . 0{,}894 = 76240 \text{ kgcm и}$$
$$M_2 = M_v \sin \alpha = 9200 . 0{,}449 = 22090 \text{ kgcm}.$$

По формулѣ 151, при $c = 8{,}8$ по русск. сорт., требуемый моментъ сопротивленія

$$W_x = \frac{M_1 + c.M_2}{K} = \frac{76\,240 + 8{,}8 . 22\,090}{1000} = 270{,}6 \text{ cm}^3.$$

Лучше всего соотвѣтствуетъ требуемому W_x профиль № 22 русск. сорт., обладающая моментомъ сопротивленія $W_x = 258{,}5$ cm³, который, конечно, нѣсколько меньше требуемаго, но при хорошемъ матеріалѣ прогоновъ можетъ еще допускаться. При матеріалѣ менѣе хорошаго качества рекомендуется брать профиль № 24.

Для профили № 22 точное значеніе $c = 8{,}96$, такъ-что получаетя

$$W_x = \frac{76\,240 + 8{,}96 . 22\,090}{1000} = 274 \text{ cm}^3.$$

Предыдущій способъ разсчета не примѣнимъ для прогоновъ изъ зетоваго желѣза, такъ-какъ у профилей такого вида нѣтъ точекъ, одновременно имѣющихъ наиболѣе далекое разстояніе отъ обѣихъ главныхъ осей, положеніе которыхъ, кромѣ того, для каждой профили различно.

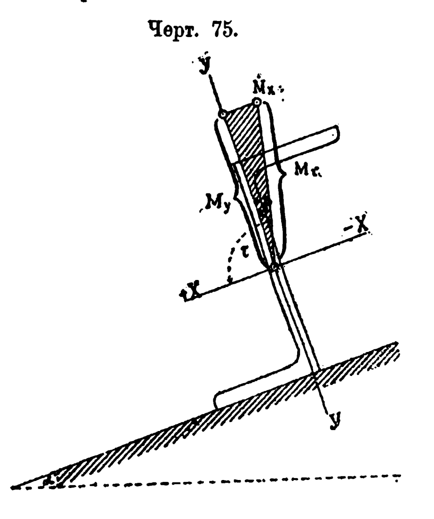
Meyerhof*) предлагаетъ слѣдующій способъ разсчета профилей зетоваго желѣза. Ось стѣнки сѣченія зетоваго желѣза (черт. 75) разсматривается какъ ось Y и перпендикулярная къ ней ось тяжести какъ ось X, и разсчитываются изгибающіе моменты M_y и M_x, дѣйствующіе въ плоскостяхъ этихъ осей. Изъ моментовъ M_y и M_x получается равнодѣйствующій моментъ

$$152. \quad M_r = \sqrt{M_x^2 + M_y^2}$$

и уголъ γ, образуемый осью Y и плоскостью равнодѣйствующаго момента M_r такъ-что

$$153. \quad tg\gamma = \frac{M_x}{M_y}$$

Черт. 75.



Одновременно получается и уголъ τ, образуемый плоскостью момента M_r съ положительною частью оси X. По положенію момента M_r, показанному на чертежѣ 75, этотъ уголъ $\tau = 90^0 + \gamma$.

Если означить черезъ W_τ моментъ сопротивленія зетоваго желѣза для угла τ и къ нему принадлежащей и принимаемой во вниманіе точки сѣченія, то будетъ

$$154. \quad M_r = W\ .K, \text{ откуда } 155. \quad W_\tau = \frac{M_r}{K},$$

гдѣ K допускаемое напряженіе желѣза.

Значенія W_τ разсчитаны для профилей зетоваго желѣза германскаго сортамента и для большаго числа угловъ между 0° и 180°. Эти значенія составлены въ слѣдующей таблицѣ. Помощью этой таблицы легко опредѣлить поперечныя сѣченія зетоваго желѣза.

№ 27.

Таблица для разсчета прогоновъ изъ зетоваго желѣза (по Meyerhof'у).

Положеніе плоскости силъ.		Моменты сопротивленій W_τ въ cm³ для профилей зетоваго желѣза германскаго нормальнаго сортамента. №										
Величина угла τ, образуемаго плоскостью силъ и положительною осью X зетовой профили.	$tg\tau$	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
0	+0,0000	2,16	2,79	3,70	4,48	6,66	9,33	12,6	16,8	21,5	27,1	33,5
5°	+0,0875	1,97	2,67	3,57	4,35	6,52	9,15	12,4	16,5	21,2	26,9	33,2
10°	+0,1763	1,75	2,53	3,47	4,26	6,42	9,07	12,3	16,4	21,1	26,7	33,1
12° 30′	+0,2217	1,67	2,43	3,43	4,23	6,40	9,04	12,3	16,4	21,2	26,8	33,1

*) „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“ 1891. Стр. 701.

Положеніе плоскости силъ.		Моменты сопротивленія W_{τ} въ cm^3 для профилей зетоваго желѣза германскаго нормальнаго сортамента. №										
Величина угла τ, образуемаго плоскостью силъ и положительною осью X зетовой профили.	tgτ	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
15°	+0,2679	1,59	2,34	3,32	4.19	6,39	9,05	12,3	16,5	21,2	26,9	33,2
17° 30′	+0,3153	1,52	2,26	3,24	4,16	6,39	9,06	12,4	16,5	21,3	27,0	33,4
20°	+0,3640	1,46	2,19	3,14	4,07	6,40	9,09	12,4	16,6	21,4	27,2	33,7
22° 30′	+0,4142	1,41	2,13	3,08	4,00	6,43	9,11	12,5	16,7	21,6	27,5	34,0
25°	+0,4663	1,36	2,08	3,01	3,93	6,45	9,22	12,6	16,9	21,8	27,8	34,4
27° 30′	+0,5206	1,32	2,03	2,96	3,88	6,49	9,29	12,8	17,1	22,1	28,1	34,9
30°	+0,5774	1,29	1,99	2,92	3,83	6,47	9,41	12,9	17,4	22,4	28,5	35,4
32° 30′	+0,6371	1,26	1,96	2,87	8,79	6,43	9,53	13,1	17,6	22,8	29,0	36,0
35°	+0,7002	1,23	1,93	2,84	3,75	6,40	9,70	13,3	18,0	23,2	29,6	36,8
37° 30′	+0,7673	1,20	1,90	2,81	3,73	6,39	9,70	13,6	18,3	23,7	30,3	37,7
40°	+0,8391	1,18	1,88	2,79	3,71	6,38	9,73	13,9	18,7	24,3	31,0	38,6
42° 30′	+0,9163	1,17	1,86	2,78	3,70	6,40	9,78	14,1	19,2	24,9	31,9	39,6
45°	+1,0000	1,15	1,85	2,76	3,70	6,43	9,84	14,2	19,8	25,7	32,9	40,8
47° 30′	+1,0913	1,14	1,83	2,75	3,70	6,46	9,92	14,3	20,2	26,5	33,9	41,2
50°	+1,1918	1,13	1,83	2,75	3,71	6,51	10,00	14,5	20,4	27,3	35,2	43,8
51°	+1,2349	1,12	1,82	2,75	3,72	6,54	10,1	14,6	20,6	27,5	35,7	44,4
52°	+1,2799	1,12	1,82	2,76	3,73	6,56	10,1	14,7	20,7	27,7	36,2	45,1
53°	+1,3270	1,12	1,82	2,76	3,74	6,59	10,2	14,8	20,9	27,9	36,8	45,9
54°	+1,3764	1,11	1,82	2,77	3,75	6,62	10,2	14,9	21,1	28,1	37,2	46,7
55°	+1,4281	1,11	1,82	2,77	3,76	6,65	10,3	15,0	21,2	28,4	37,5	47,5
56°	+1,4826	1,11	1,82	2,78	3,77	6,68	10,4	15,1	21,4	28,6	37,9	48,1
57°	+1,5399	1,11	1,82	2,79	3,78	6,72	10,4	15,2	21,6	28,9	38,3	48,6
58°	+1,6003	1,11	1,83	2,79	3,80	6,76	10,5	15,4	21,8	29,1	38,6	49,1
59°	+1,6643	1,11	1,83	2,80	3,81	6,80	10,6	15,5	22,0	29,4	39,5	49,6
60°	+1,7321	1,10	1,83	2,81	3,83	6,84	10,7	15,6	22,2	29,7	39,9	50,2
61°	+1,8040	1,10	1,84	2,82	3,85	6,90	10,8	15,8	22,4	30,1	40,4	50,8
62°	+1,8807	1,11	1,84	2,83	3,87	6,94	10,9	15,9	22,6	30,4	40,9	51,4
63°	+1,9626	1,11	1,85	2,84	3,89	7,00	11,0	16,1	22,9	30,7	41,4	52,1
64°	+2,0503	1,11	1,85	2,86	3,91	7,05	11,1	16,3	23,1	31,1	42,0	52,8
65°	+2,1445	1,11	1,86	2,87	3,94	7,11	11,2	16,4	23,4	31,5	42,6	53,5
66°	+2,2460	1,11	1,87	2,88	3,97	7,18	11,3	16,6	23,8	31,9	43,2	54,3
67°	+2,3559	1,11	1,87	2,90	3,99	7,24	11,4	16,8	24,0	32,4	43,8	55,1
68°	+2,4751	1,11	1,88	2,92	4,02	7,31	11,5	17,0	24,4	32,8	44,5	56,0
69°	+2,6051	1,12	1,89	2,93	4,06	7,39	11,7	17,2	24,7	33,3	45,2	56,8
70°	+2,7475	1,12	1.90	2,96	4,09	7,46	11,8	17,5	25,0	33,8	45,6	57,7
70° 30′	+2,8239	1,12	1,90	2,97	4,11	7,50	11,9	17,6	25,3	34,1	45,9	58,2
71°	+2,9042	1,12	1,91	2,98	4,12	7,54	11,9	17,7	25,4	34,3	46,3	58,7
71° 30′	+2,9887	1,12	1,91	2,99	4,14	7,58	12,0	17,9	25,6	34,6	46,7	59,2
72°	+3,0777	1,13	1,92	2,99	4,16	7,62	12,1	18,0	25,8	34,9	47,1	59,8
72° 30′	+3,1716	1,13	1,92	3,01	4,18	7,66	12,2	18,1	26,0	35,2	47,5	60,3
73°	+3,2709	1,13	1,93	3,02	4,20	7,71	12,3	18,2	26,2	35,5	47,9	60,9
73° 30′	+3,3759	1,13	1,94	3,03	4,22	7,76	12,4	18,4	26,5	35,8	48,4	61,5
74°	+3,4874	1,13	1,94	3,04	4,24	7,80	12,4	18,5	26,7	36,1	48,9	62,1
74° 30′	+3,6059	1,14	1,95	,06	4,26	7,86	12,5	18,7	26,9	36,4	49,4	62,7
75°	+3,7321	1,14	1,95	3,07	4,28	7,90	12,6	18,8	27,1	36,7	49,8	63,2
75° 30′	+3,8667	1,14	1,96	3,09	4,30	7,94	12,7	19,0	27,4	37,1	50,3	64,0
76°	+4,0108	1,14	1,97	3,10	4,32	8,01	12,8	19,1	27,6	37,5	50,8	64,6
76° 30′	+4,1653	1,15	1,98	3,11	4,35	8,05	12,9	19,3	27,9	37,8	51,3	65,2
77°	+4,3315	1,15	1,98	3,13	4,38	8,11	13,0	19,5	28,1	38,2	51,9	66,0
77° 30′	+4,5107	1,15	1,99	3,13	4,40	8,17	13,1	19,6	28,4	38,5	52,4	66,7
78°	+4,7046	1,16	2,00	3,15	4,42	8,23	13,2	19,8	28,7	38,9	53,0	67,5

Положеніе плоскости силъ		Моменты сопротивленія W_τ въ cm^3 для профилей зетоваго желѣза германскаго нормальнаго сортамента.										
Величина угла τ, образуемаго плоскостью силъ и положительною осью X зетовой профили.	tgτ.	№ 3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
78° 30′	+4,9152	1,16	2,01	3,17	4,44	8,29	13,3	20,0	29,0	39,4	53,6	68,3
79°	+5,1446	1,16	2,02	3,18	4,47	8,35	13,4	20,2	29,2	39,7	54,2	68,9
79° 30′	+5,3955	1,17	2,02	3,20	4,50	8,40	13,6	20,4	29,5	40,2	54,7	69,7
80°	+5,6713	1,17	2,03	3,22	4,52	8,46	13,7	20,5	29,8	40,5	55,4	70,5
80° 30′	+5,9758	1,17	2,04	3,24	4,56	8,53	13,8	20,7	30,1	41,0	56,0	71,4
81°	+6,3138	1,18	2,05	3,25	4,58	8,60	13,9	21,0	30,5	41,5	56,8	72,3
81° 30′	+6,6912	1,18	2,06	3,27	4,61	8,68	14,0	21,2	30,8	41,9	57,5	73,2
82°	+7,1154	1,18	2,07	3,29	4,64	8,75	14,2	21,4	31,1	42,5	58,1	74,1
82° 30′	+7,5958	1,19	2,08	3,31	4,67	8,82	14,3	21,6	31,4	43,0	58,9	75,0
83°	+8,1443	1,19	2,09	3,32	4,71	8,88	14,4	21,8	31,8	43,5	59,7	76,0
83° 30′	+8,7769	1,20	2,10	3,34	4,74	8,97	14,6	22,1	32,2	44,0	60,5	77,0
84°	+9,5144	1,20	2,11	3,37	4,77	9,05	14,7	22,3	32,6	44,6	61,3	78,1
84° 30′	+10,3351	1,20	2,12	3,39	4,81	9,13	14,9	22,6	33,0	45,1	62,1	79,2
85°	+11,4301	1,21	2,13	3,41	4,84	9,19	15,0	22,8	33,3	45,7	63,0	80,2
85° 30′	+12,7062	1,22	2,14	3,44	4,88	9,29	15,2	23,0	33,8	46,3	63,8	81,5
86°	+14,3007	1,22	2,16	3,45	4,91	9,37	15,4	23,4	34,2	47,0	64,8	82,7
86° 30′	+16,3499	1,22	2,16	3,47	4,95	9,47	15,5	23,6	34,7	47,6	65,8	83,9
87°	+19,0811	1,23	2,18	3,50	4,99	9,57	15,7	23,9	35,1	48,3	65,8	85,3
87° 30′	+22,9038	1,24	2,19	3,52	5,03	9,68	15,9	24,2	35,6	48,9	66,8	86,7
88°	+28,6363	1,24	2,20	3,55	5,07	9,77	16,0	24,6	36,1	49,6	67,8	88,1
88° 30′	+38,1885	1,25	2,22	3,57	5,11	9,86	16,2	24,8	36,6	50,4	68,9	89,4
89°	+57,2900	1,25	2,23	3,60	5,15	9,98	16,4	25,2	37,2	51,2	70,0	91,0
89° 30′	+114,5887	1,26	2,24	3,62	5,20	10,1	16,6	25,5	37,7	51,9	71,0	92,3
90°	+ ∞	1,26	2,26	3,66	5,25	10,2	16,8	25,7	38,2	52,9	72,4	94,2
180—89° 30′	—114,5887	1,27	2,27	3,69	5,29	10,3	17,1	26,2	38,6	53,6	73,6	95,7
—89°	—57,2900	1,28	2,29	3,72	5,34	10,4	17,3	26,6	39,4	54,5	74,9	97,1
—88° 30′	—38,1885	1,28	2,30	3,75	5,38	10,5	17,5	27,0	40,0	55,4	76,2	99,4
—88°	—28,6363	1,29	2,32	3,77	5,43	10,7	17,7	27,4	40,7	56,3	77,6	101,2
—87° 30′	—22,9038	1,30	2,33	3,80	5,49	10,8	18,0	27,8	41,2	57,3	78,9	103,2
—87°	—19,0811	1,30	2,35	3,83	5,54	10,9	18,2	28,2	42,0	58,5	80,5	105,3
—86° 30′	—16,3499	1,31	2,37	3,86	5,60	11,0	18,4	28,7	42,6	59,4	82,0	107,4
—86°	—11,3007	1,32	2,39	3,91	5,66	11,2	18,7	29,2	43,5	60,6	84,0	109,9
—85° 30′	—12,7062	1,33	2,40	3,94	5,71	11,3	19,0	29,6	44,2	61,7	85,4	112,0
—85°	—11,4301	1,33	2,42	3,97	5,77	11,5	19,3	30,1	45,0	63,0	87,2	114,7
—84° 30′	—10,3854	1,34	2,44	4,00	5,84	11,6	19,5	30,6	45,9	64,3	89,2	117,2
—84°	—9,5144	1,35	2,46	4,05	5,90	11,8	19,9	31,2	46,7	65,6	91,4	120,2
—83° 30′	—8,7769	1,36	2,48	4,10	5,96	12,0	20,2	31,6	47,6	66,9	93,3	122,7
—83°	—8,1443	1,37	2,50	4,13	6,03	12,1	20,5	32,3	48,8	68,4	95,5	126,1
—82° 30′	—7,5958	1,38	2,52	4,17	6,10	12,3	20,9	32,8	49,5	69,9	97,6	129,2
—82°	—7,1154	1,39	2,54	4,22	6,17	12,5	21,2	33,4	50,8	71,7	100,5	132,8
—81° 30′	—6,6912	1,39	2,56	4,26	6,24	12,7	21,6	34,1	51,8	73,3	103,1	136,1
—81°	—6,3138	1,40	2,58	4,29	6,31	12,9	22,0	34,8	52,9	75,3	105,7	140,1
—80° 30′	—5,9758	1,41	2,61	4,35	6,39	13,1	22,4	35,6	54,1	77,0	108,6	143,9
—80°	—5,6713	1,42	2,63	4,39	6,48	13,2	22,8	36,4	55,2	79,0	111,7	148,6
—79° 30′	—5,3955	1,43	2,66	4,44	6,56	13,5	23,2	37,2	56,8	81,2	114,9	152,9
—79°	—5,1446	1,44	2,68	4,48	6,65	13,7	23,5	37,9	58,1	83,3	118,5	157,7
—78° 30′	—4,9152	1,45	2,70	4,55	6,74	13,8	24,1	40,7	59,5	85,8	121,8	162,6
—78°	—4,7046	1,47	2,73	4,59	6,83	14,1	24,7	41,5	61,3	88,2	125,9	168,1
—77° 30′	—4,5107	1,48	2,76	4,65	6,92	14,3	25,2	42,6	62,9	90,7	130,2	173,9
—77°	—4,3315	1,49	2,79	4,69	7,02	14,6	25,6	43,7	64,5	93,5	134,6	180,5
—76° 30′	—4,1653	1,50	2,82	4,76	7,11	14,8	26,2	45,0	66,2	95,1	139,1	186,9

Положеніе плоскости силъ. Величина угла τ, образуемаго плоскостью силъ и положительною осью X зетовой профили.	tgτ.	Моменты сопротивленія W_τ въ cm^3 для профилей зетоваго желѣза германскаго нормальнаго сортамента. № 3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
180°—76°	—4,0108	1,51	2,84	4,81	7,22	15,1	26,8	46,3	68,0	99,2	144,3	194,6
—75° 30′	—3,8667	1,52	2,87	4,88	7,32	15,4	27,4	47,6	70,4	102,5	150,0	202,8
—75°	—3,7321	1,54	2,91	4,93	7,43	15,7	28,1	49,0	73,0	106,3	156,3	212,3
—74° 30′	—3,6059	1,55	2,93	5,00	7,54	16,0	28,7	50,3	75,2	110,5	162,3	220,3
—74°	—3,4874	1,56	2,97	5,08	7,67	16,4	29,5	51,8	77,5	114,2	170,0	232,7
—73° 30′	—3,3759	1,57	3,00	5,15	7,81	16,7	30,2	53,8	80,0	119,5	177,0	235,1
—73°	—3,2709	1,59	3,04	5,21	7,94	17,1	31,0	55,6	83,3	124,5	185,5	222,1
—72° 30′	—3,1716	1,61	3,08	5,29	8,06	17,4	31,8	57,5	86,2	129,9	176,8	210,5
—72°	—3,0777	1,62	3,12	5,35	8,20	17,8	32,8	59,9	90,1	136,4	167,7	200,1
—71° 30′	—2,9887	1,64	3,14	5,43	8,34	18,2	33,7	61,7	93,5	135,7	162,2	190,7
—71°	—2,9042	1,65	3,19	5,52	8,51	18,7	34,7	64,5	98,9	129,0	154,5	182,1
—70° 30′	—2,8239	1,67	3,23	5,62	8,63	19,1	35,7	69,9	101,7	122,9	147,6	174,3
—70°	—2,7475	1,69	3,27	5,68	8,78	19,6	36,8	68,0	96,8	117,3	141,3	167,1
—69°	—2,6051	1,72	3,37	5,88	9,13	20,7	39,5	62,5	88,4	107,7	130,1	154,6
—68°	—2,4751	1,76	3,45	6,10	9,52	21,9	42,4	57,9	81,3	99,0	120,6	143,3
—67°	—2,3559	1,80	3,56	6,29	9,93	23,1	45,9	53,9	75,8	92,3	112,5	134,2
—66°	—2,2460	1,84	3,66	6,54	10,4	24,7	47,1	50,3	70,4	86,5	105,4	125,9
—65°	—2,1445	1,88	3,77	6,80	10,9	26,4	43,5	47,2	66,2	81,0	99,1	118,6
—64°	—2,0503	1,93	3,91	7,04	11,3	28,2	40,5	50,3	62,1	76,6	93,6	112,2
—63°	—1,9626	1,98	4,03	7,35	12,0	30,7	37,8	47,2	58,5	72,3	88,7	106,6
—62°	—1,8807	2,03	4,18	7,69	12,8	28,2	35,5	44,6	55,6	68,7	84,4	101,7
—61°	—1,8040	2,09	4,33	8,06	13,5	26,6	33,5	42,3	52,6	65,3	80,0	96,5
—60°	—1,7321	2,15	4,50	8,47	14,4	24,9	31,7	40,2	50,3	62,4	76,1	92,0
—59°	—1,6643	2,21	4,67	8,93	15,5	23,6	29,9	38,3	48,1	59,9	72,8	88,3
—58°	—1,6003	2,28	4,88	9,43	16,6	22,3	28,5	36,5	46,1	57,3	69,8	84,8
—57°	—1,5399	2,35	5,13	10,0	17,7	21,2	27,2	35,0	44,1	54,9	66,8	81,5
—56°	—1,4826	2,43	5,38	10,7	16,6	20,2	26,0	33,6	42,2	52,6	64,3	78,5
—55°	—1,4281	2,53	5,65	11,5	15,7	19,2	25,0	32,2	40,3	50,5	61,7	75,4
—54°	—1,3764	2,62	5,95	12,3	14,9	18,5	24,1	30,9	38,9	48,8	59,9	72,9
—53°	—1,3270	2,72	6,29	13,2	14,1	17,7	23,0	29,8	37,5	47,1	57,6	70,6
—52°	—1,2799	2,82	6,67	12,5	13,5	20,0	22,2	28,7	36,2	45,5	55,7	68,4
—51°	—1,2349	2,05	7,09	11,9	12,9	16,4	21,4	27,6	35,0	44,0	54,0	66,2
—50°	—1,1918	3,09	7,63	11,3	12,3	15,8	20,6	26,7	33,8	42,5	52,4	64,3
—47° 30′	—1,0913	3,50	9,09	10,1	11,2	14,5	19,0	24,6	31,4	39,6	49,0	60,0
—45°	—1,0000	4,02	8,06	9,17	10,2	13,3	17,5	22,9	29,4	37,0	46,0	56,3
—42° 30′	—0,9163	4,76	7,80	8,40	9,41	12,4	16,4	21,5	27,6	34,9	43,4	53,1
—40°	—0,8391	5,85	6,67	7,75	8,68	11,6	15,4	20,2	26,1	33,0	41,2	50,4
—37° 30′	—0,7673	5,88	6,13	7,14	8,03	10,9	14,5	19,2	24,8	31,4	39,2	48,0
—35°	—0,7002	5,35	5,68	6,62	7,51	10,3	13,8	18,2	23,7	30,0	37,5	46,0
—32° 30′	—0,6371	4,90	5,84	6,17	7,04	9,75	13,1	17,5	22,7	28,8	36,1	44,2
—30°	—0,5774	4,55	4,85	5,81	6,69	9,28	12,6	16,7	21,8	27,7	34,7	42,7
—27° 30′	—0,5206	4,20	4,52	5,46	6,34	8,88	12,1	16,1	21,1	26,8	33,5	41,2
—25°	—0,4663	3,88	4,24	5,18	6,04	8,52	11,7	15,6	20,3	25,9	32,5	40,0
—22° 30′	—0,4142	3,57	3,99	4,95	5,78	8,21	11,3	15,1	19,7	25,2	31,6	38,8
—20°	—0,3640	3,30	3,77	4,72	5,54	7,94	10,9	14,6	19,2	24,5	30,8	37,9
—17° 30′	—0,3153	3,07	3,60	4,52	5,35	7,70	10,6	14,2	18,7	23,9	30,0	37,0
—15°	—0,2679	2,88	3,44	4,37	5,18	7,49	10,4	13,9	18,3	23,4	29,4	36,3
—12° 30′	—0,2217	2,72	3,29	4,22	5,09	7,30	10,1	13,6	17,9	23,0	28,8	35,6
—10°	—0,1765	2,58	3,96	4,08	4,88	7,14	9,92	13,3	17,6	22,5	28,4	35,0
— 5°	—0,0875	2,35	2,96	3,88	4,65	6,87	9,56	12,9	17,1	21,9	27,6	34,1
180°	—0,0000	2,16	2,79	3,70	4,48	6,66	9,33	12,6	16,8	21,5	27,1	33,5

Примѣръ. Требуется, разсчитать зетообразный прогонъ, стѣнка котораго направлена перпендикулярно къ скату крыши (черт. 75). Нагрузка прогона принимается точно также, какъ при предыдущемъ примѣрѣ для разсчета двутавроваго прогона такого же положенія (черт. 74).

Тогда моментъ, дѣйствующій въ плоскости оси У сѣченія,

$$M_y = M_1 = 76240 \text{ kgcm и } M_x = M_2 = 22090 \text{ kgcm}.$$

По формулѣ 152 получается теперь

$$M_r = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{22090^2 + 76240^2} = 79308 \text{ kgcm}$$

и по формулѣ 153

$$tg\gamma = \frac{M_x}{M_y} = \frac{22090}{76240} = 0{,}2897, \text{ почему } \gamma = 16^0\ 10'.$$

Изъ этого слѣдуетъ $\tau = 90^0 + 16^0\ 10' = 106^0\ 10' = 180^0 - 73^0\ 50'$

Требуемый моментъ сопротивленія опредѣляется по формулѣ 155

$$W_\tau = \frac{M_r}{K} = \frac{79308}{1000} = 79{,}308 \text{ cm}^3.$$

По таблицѣ № 27 можно брать для угла $\tau = 180^0 - 74^0$ и разсчитаннаго момента сопротивленія $W_\tau = 79{,}308$ профиль № 14 съ $W_\tau = 77{,}5$ cm³. Этотъ моментъ очень мало отклоняется отъ требуемаго.

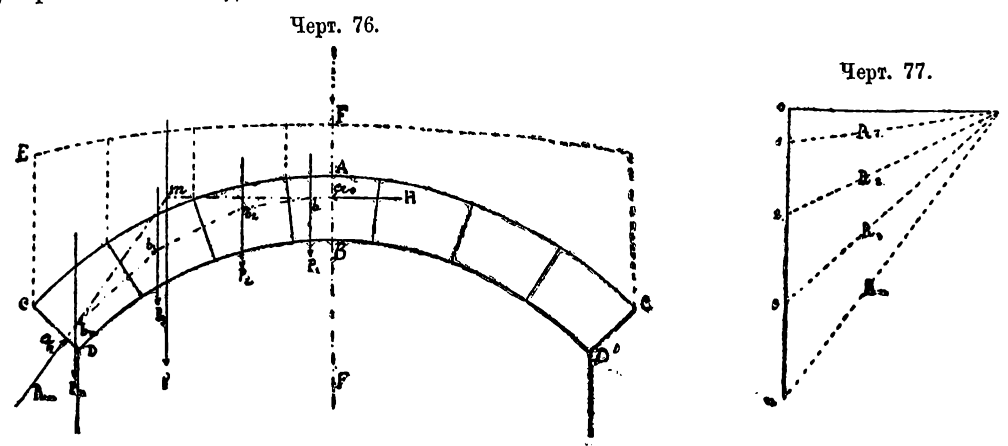
Если плоскость момента M_r находится на лѣвой сторонѣ оси У сѣченія, то будетъ $\tau = 90^0 - \gamma$. Вообще ходъ разсчета въ этомъ случаѣ ни въ чемъ не различается отъ предыдущаго.

И. Изслѣдованіе устойчивости цилиндрическихъ сводовъ и ихъ опоръ.

а. *Изслѣдованіе устойчивости цилиндрическихъ сводовъ.* Наиболѣе употребительный способъ изслѣдованія устойчивости сводовъ заключается въ графическомъ опредѣленіи такъ-называемой **кривой давленій**, которая получается какъ результатъ предположеній относительно точекъ приложенія и составленія дѣйствующихъ въ сводѣ силъ. Эта кривая давленій графически должна пояснять дѣйствія отдѣльныхъ составныхъ частей свода другъ на друга.

При изслѣдованіи устойчивости пренебрегается вліяніе раствора и предполагается, что связь отдѣльныхъ клиньевъ свода производится только треніемъ ихъ другъ о друга.

По симметричной формѣ обыкновенныхъ цилиндрическихъ сводовъ, оказывается достаточнымъ производить изслѣдованіе устойчивости одной лишь половины ихъ, а именно въ сѣченіи, направленномъ перпендикулярно къ оси свода.


Черт. 76. Черт. 77.

Пусть означаетъ ABCD (черт. 76) изслѣдуемую половину свода, раздѣленную сопрягающими плоскостями на опредѣленное число клиньевъ. Полная нагрузка свода состоитъ изъ собственнаго вѣса

его, вѣса забутки пазухъ и временной нагрузки и принимается равномѣрно распредѣленною отъ пятъ до вершины.

Временную нагрузку свода и вѣсъ забутки представляютъ себѣ замѣненными массою, упирающеюся въ внѣшнюю выпуклость свода и обладающею тѣмъ же самымъ удѣльнымъ вѣсомъ, какъ матеріалъ, изъ котораго устроенъ сводъ.

Глубина свода, т. е. измѣреніе по направленію оси его, принимается равною единицѣ. Тогда нагрузкѣ свода соотвѣтствуетъ каменная призма, длина которой равняется единицѣ и поперечное сѣченіе который слѣдуетъ опредѣлить такъ, чтобы вѣсъ ея равнялся дѣйствующей на сводъ нагрузкѣ. Въ такомъ случаѣ верхнее ограниченіе EF призмы называется кривою нагрузки.

Если теперь представить себѣ снятыми опоры и половину ABC^1D^1 свода, то дѣйствіе этихъ снятыхъ частей на другую половину ABCD свода можетъ замѣняться наклоннымъ опорнымъ сопротивленіемъ R_n и горизонтальнымъ распоромъ H, которые разсматриваются какъ внѣшнія силы. Эти силы должны находиться въ равновѣсіи съ внѣшними силами P_1, P_2, $P_3 \ldots P_n$ и, поэтому, также съ равнодѣйствующею P ихъ. Силы P_1, P_2, $P_3 \ldots P_n$ представляютъ вѣсъ клиньевъ и принадлежащую къ каждому изъ нихъ нагрузку.

Въ виду этого, направленія силъ R_n, H и P должны пересѣкаться въ одной точкѣ. При извѣстномъ положеніи точекъ приложеняі a_0 и a_n силъ H и R_n будетъ теперь возможно, опредѣлить направленіе силы R_n (черт. 76) и въ многоугольникѣ силъ (черт. 77) величину ея и горизонтальный распоръ H. Это дѣлается слѣдующимъ образомъ.

Продолжаютъ направленіе горизонтальнаго распора H до точки пересѣченія m съ направленіемъ силы P (черт. 76) и проводятъ прямую линію черезъ точку a_n и m, представляющую направленіе силы R_n. Величину горизонтальнаго распора H и опорнаго сопротивленія R_n получаютъ изъ многоугольника силъ (черт. 77), проводя черезъ точки o и n параллельныя линіи къ направленіямъ силъ H и R_n, пересѣкающіяся въ полюсѣ многоугольника силы.

При помощи полученнаго такимъ образомъ многоугольника силъ можно теперь вчерчивать въ половину ABCD свода веревочный многоугольникъ, продолжая направленіе горизонтальнаго распора H до точки пересѣченія b_1 съ направленіемъ силы P_1. Затѣмъ составляютъ H и P_1 и получаютъ въ многоугольникѣ силъ равнодѣйствующую R_1. Къ направленію силы R_1 проводятъ параллельную линію черезъ точку b_1 до точки пересѣченія b_2 съ направленіемъ силы P_2. Затѣмъ составляютъ R_1 и P_2 и получаютъ въ многоугольникѣ силъ равнодѣйствующую R_2. Къ направленію силы R_2 опять проводятъ параллельную линію черезъ точку b_2 до точки пересѣченія b_3 съ направленіемъ силы P_3 и т. д. Такимъ образомъ получается веревочный многоугольникъ, называемый кривою давленій.

Изъ кривой давленій возможно, узнавать направленіе въ сводѣ дѣйствующихъ силъ, а изъ принадлежащаго къ веревочному многоугольнику многоугольника силъ — величину ихъ.

Если въ кладкѣ свода должны быть вызываемы только сжимающія напряженія, то кривая давленій должна остаться внутри ядра сѣченій свода, направленныхъ перпендикулярно къ направленіямъ дѣйствующихъ въ сводѣ силъ. При прямоугольномъ сѣченіи, какъ при указанномъ примѣрѣ предполагается, ядро занимаетъ внутреннюю треть его.

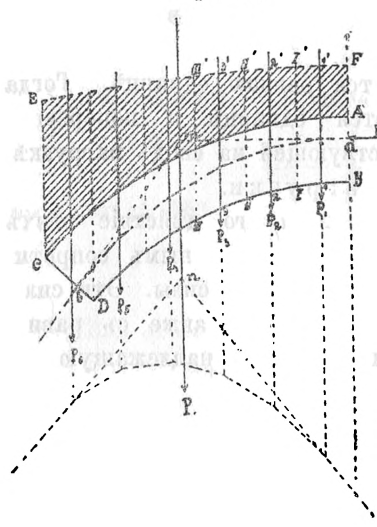
Наиболѣе выгодное положеніе кривой давленій получается, если она проходитъ черезъ центры тяжести сѣченій. Въ такомъ случаѣ сжатіе равномѣрно распредѣляется по каждому изъ сѣченій. Но такое положеніе кривой давленій рѣдко достигается, почему обыкновенно должно довольствоваться положеніемъ ея внутри внутренней трети сѣченій. Въ виду этого, выбираютъ точки приложенія a_0 и a_n силъ H и R_n по крайней мѣрѣ въ предѣльныхъ точкахъ этой трети.

Для болѣе удобнаго опредѣленія силъ P_1, $P_2 \ldots$ обыкновенно раздѣляютъ половину свода вертикальными плоскостями на отдѣльныя полосы (черт. 78). Въ такомъ случаѣ длины 11′, 22′ . . . линій тяжести полосъ представляютъ силы P_1, $P_2 \ldots$

Если желаютъ начерчивать многоугольникъ силъ въ меньшемъ масштабѣ, то можно уменьшить полученныя длины по чертежу 80.

Положеніе равнодѣйствующей P силъ P_1, P_2 ... опредѣляется при помощи веревочнаго многоугольника, который начерчивается помощью многоугольника силъ съ полюсомъ u' (черт. 79).

Черт. 78.

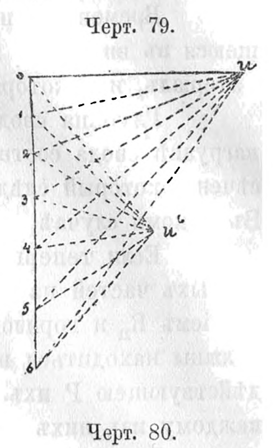


Вообще изслѣдованіе устойчивости свода производится точно также, какъ это показано на чертежахъ 76 и 77.

Замѣтимъ, что возможно, найти нѣсколько кривыхъ давленій для одного и того же свода, которыя удовлетворяютъ требуемымъ условіямъ.

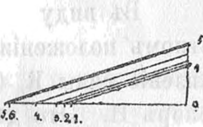
Устойчивость арокъ и ихъ опоръ изслѣдуется такимъ же образомъ, какъ при сводахъ.

Черт. 79.



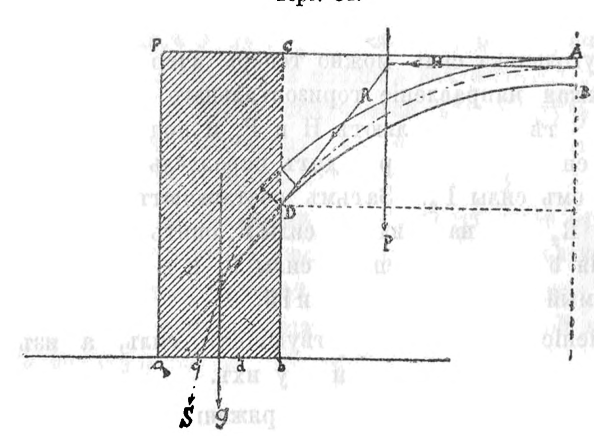
б. *Изслѣдованіе устойчивости опоръ цилиндрическихъ сводовъ.* На опору цилиндрическаго свода дѣйствуетъ равнодѣйствующая R горизонтальнаго распора H и собственнаго вѣса свода съ нагрузкою его P (черт. 81). Направленіе и величина силы R получается изъ многоугольника силъ (черт. 82) какъ послѣдній лучъ его при начерчиваніи кривой давленій свода.

Черт. 80.



Эта сила R обнаруживаетъ стремленіе сдвигать опору по горизонтальнымъ рядамъ кладки ея и опрокидывать опору около наружной кромки ея.

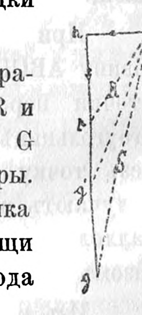
Черт. 81.



Первому дѣйствію сопротивляется треніемъ въ постельныхъ швахъ кладки и силою сцѣпленія раствора.

Отъ опрокидыванія опора предохранена, если равнодѣйствующая S силы R и собственнаго вѣса опоры съ нагрузкою G попадаетъ внутрь подошвы ab опоры. Сила S получается изъ многоугольника силъ, (черт. 82), составленнаго при помощи горизонтальнаго распора половины свода ABCD (черт. 78 и 79).

Черт. 82.



Если вся подошва опоры должна передавать давленіе на грунтъ, то равнодѣйствующая S должна пересѣкаться съ подошвою опоры внутри внутренной трети cd ея, т.-е. внутри ядра ея. Если точка приложенія силы S выступаютъ изъ-за внутренней трети cd и находится, напримѣръ, въ наружней трети ac, то происходятъ въ другой наружной трети db частью также растягивающія усилія, такъ-что не вся подошва передаетъ давленіе на грунтъ, и вслѣдствіе этого, давленіе на единицу площади грунта увеличивается и иногда можетъ превосходить допускаемое.

Во всякомъ случаѣ слѣдуетъ принимать въ разсчетъ это обстятельство при провѣркѣ устойчивости опоръ свода.

Кромѣ того, слѣдуетъ еще обратить вниманіе на то, что при положеніи точки приложенія силы S внѣ внутренней трети подошвы, въ кладкѣ опоръ вызываются также растягивющія напряженія. Если теперь растворъ не можетъ сопротивляться растягивающимъ усиліямъ, тогда швы кладки въ растянутой части будутъ раскрываться и, вслѣдствіе этого, сжимающія напряженія въ сжатой части будутъ увеличиваться.

Само собою разумѣется, что эти напряженія не должны превосходить допускаемыхъ (см. „Изслѣдованіе устойчивости свободно стоящихъ дымовыхъ трубъ“).

I. Изслѣдованіе устойчивости свободно стоящихъ дымовыхъ трубъ изъ кирпичной кладки (по Лангу).

а. *Общія замѣчанія.* При свободно стоящихъ дымовыхъ трубахъ одно лишь давленіе вѣтра представляетъ опрокидывающую силу, а цѣль изслѣдованія устойчивости свободно стоящей дымовой трубы заключается въ томъ, доказать, что равнодѣйствующая собственнаго вѣса той части трубы, находящейся надъ разсматриваемымъ поперечнымъ сѣченіемъ ея, и наиболѣе сильнаго давленія вѣтра остается внутри кладки трубы и пересѣкается съ указаннымъ сѣченіемъ въ такомъ разстояніи отъ края его, что не приходится опасаться раздробленія кладки сжимающими усиліями.

Черт. 83.

Это представляетъ необходимое условіе устойчивости дымовыхъ трубъ также въ такомъ случаѣ, если растворъ не прилипаетъ къ кирпичамъ и поэтому кладка трубы не можетъ сопротивляться растягивающимъ усиліямъ, такъ-что дѣйствіемъ послѣднихъ швы кладки на навѣтренной сторонѣ раскрываются.

Обыкновенно подошва стержня дымовой трубы представляетъ наиболѣе опасное поперечное сѣченіе ея, почему и въ слѣдующемъ должны быть разсматриваемы условія устойчивости трубы въ этой подошвѣ.

Иногда оказываются опасными также подошвы выше расположенныхъ уступовъ стержня, такъ-что изслѣдованіе устойчивости должно распространить и на нихъ. При этомъ нижеизлагаемый способъ изслѣдованія ни въ чемъ не измѣняется.

б. *Вѣсъ отдѣльныхъ частей дымовой трубы.* *α. Вѣсъ стержня.* Въ большинствѣ случаевъ оказывается достаточнымъ приблизительно разсчитать вѣсъ стержня по формулѣ для усѣченнаго конуса.

Пусть означаютъ для стержня (черт. 83):

G_{cm} — вѣсъ стержня въ тоннахъ (t),

R_0 — радіусъ вписаннаго круга верхняго наружнаго периметра въ m,

R_n — „ „ „ нижняго „ „ „

r_0 — „ „ „ верхняго внутренняго „ „

r_n — „ „ „ нижняго „ „ „

H_0 — высоту въ m,

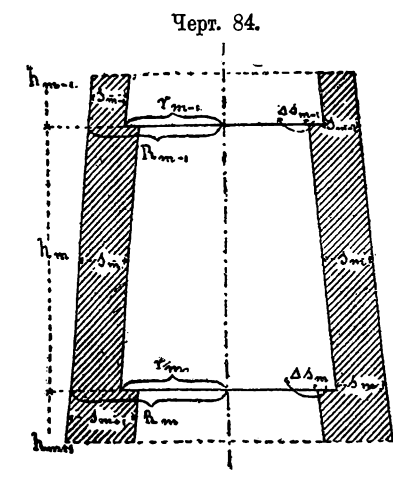
γ — вѣсъ 1 куб. метра кладки въ тоннахъ (t),

μ — коэффиціентъ, зависящій отъ формы поперечнаго сѣченія стержня (см. таб. № 28).

Тогда получается

$$156. \quad G_{cm} = \sim \frac{\mu \cdot \gamma}{3} H_0 \cdot [R_n^2 + R_n \; R_0 + R_0^2 - (r_n^2 + r_n \; r_0 + r_0^2)].$$

Черт. 84.



Получающійся изъ формулы 156 вѣсъ отклоняется отъ точнаго вѣса стержня, при равной высотѣ отдѣльныхъ уступовъ послѣдняго, приблизительно на ½%. Отклоненія будутъ тѣмъ больше, чѣмъ значительнѣе разница высотъ отдѣльныхъ уступовъ и чѣмъ неравномѣрнѣе увеличеніе толщины стѣнокъ послѣднихъ книзу.

При неблагопріятныхъ условіяхъ отклоненіе приблизительно разсчитаннаго вѣса стержня отъ точнаго можетъ достигать 8%.

Если требуется, опредѣлить точный вѣсъ стержня, то слѣдуетъ опредѣлить вѣсъ каждаго отдѣльнаго уступа и образовать сумму вѣсовъ уступовъ.

Для опредѣленія вѣса произвольнаго уступа можно пользоваться слѣдующею формулою (черт. 84):

$$157. \quad G_m = \mu . \gamma . h_m . s_m . (R_{m-1} + r_m).$$

Въ этой формулѣ означаютъ для m-го уступа, считая сверху внизъ (черт. 84),

G_m — вѣсъ въ тоннахъ (t),

h_m — высота въ m,

s_m — толщину стѣнокъ въ m,

R_{m-1} — радіусъ вписаннаго круга верхняго наружнаго периметра въ m,

r_m — радіусъ вписаннаго круга нижняго внутренняго нериметра въ m,

μ — коэффиціентъ поперечнаго сѣченія.

β. *Вѣсъ цоколя.* Вѣсъ цоколя получается по формулѣ для параллелопипеда

$$158. \quad G_ц = \gamma_ц \,. F_ц \,. H_ц \,.$$

Въ этой формулѣ означаютъ для цоколя

$G_ц$ — вѣсъ въ тоннахъ (t),

$F_ц$ — площадь средняго поперечнаго сѣченія въ m^2,

$\gamma_ц$ — вѣсъ 1 куб. метра кладки въ тоннахъ (t).

При разсчетѣ вѣса цоколя карнизы и ниши его пренебрегаются.

Если устье борова и входъ въ дымовую трубу, для чистки и поправокъ ея, находятся надъ поверхностью земли и если при этомъ цоколь не устроенъ особенно крѣпко или усиленъ у входныхъ отверстій, то происходитъ отъ этого столь значительное ослабленіе поперечнаго сѣченія цоколя, что необходимо производить особое изслѣдованіе относительно напряженій у края ослабленнаго поперечнаго сѣченія.

Если, напротивъ того, оба выше упомянутыхъ входа расположены въ фундаментѣ трубы, значительно уширяющемся книзу невысокими уступами, то это сложное изслѣдованіе излишне.

γ. *Вѣсъ фундамента.* Вѣсъ фундамента составляется изъ вѣса G_π уширяющейся книзу части его и вѣса G_δ фундаментной плиты изъ бетона или бутовой кладки. Первая часть можетъ быть разсматриваема какъ усѣченная пирамида, между тѣмъ какъ фундаментная плита имѣетъ параллелопипедическую форму. Тогда получается

$$159. \quad G_\pi = \frac{\mu \cdot \gamma \cdot p}{3} \,. (R^2 + Rr + r^2),$$

гдѣ означаютъ для пирамиды

p — высоту въ m,

R — радіусъ вписаннаго круга нижняго поперечнаго сѣченія въ m,

r — „ „ „ верхняго „ „ „

μ — коэффиціентъ поперечнаго сѣченія и γ — вѣсъ 1 куб. метра кладки въ тоннахъ (t),

и

$$160. \quad G_\delta = F_ф \,. \delta \,. \gamma \,.$$

Въ формулѣ 160 означаютъ для фундаментной плиты

$F_ф$ — площадь подошвы въ m^2,

δ — толщину въ m и γ — вѣсъ 1 куб. метра фундаментной плиты въ тоннахъ (t).

Съ полученнаго такимъ образомъ вѣса фундамента $G_ф = G_\pi + G_\delta$ слѣдуетъ вычесть вѣсъ трубы въ свѣту отъ подошвы цоколя до дна ея.

Пустоты входныхъ отверстій въ фундаментѣ въ большинствѣ случаевъ могутъ пренебрегаться; онѣ взвѣшиваются не принятымъ въ разсчетъ вѣсомъ карнизовъ, выступа цоколя и огнеупорной футеровки, которая должна была бы быть расположена по крайней мѣрѣ внутри цоколя.

в. *Давленіе вѣтра. а. Величина давленія вѣтра.* По постановленіямъ коммиссіи прусскаго министерства торговли отъ 1900 г. для разсчета устойчивости дымовыхъ трубъ давленіе вѣтра должно быть принимаемо w = 150 kg/m² для дымовыхъ трубъ до высоты въ 75 m, а для таковыхъ большей высоты w = 200 kg/cm² плоскости, перпендикулярной къ направленію вѣтра.

Предполагается, что вѣтеръ дѣйствуетъ по горизонтальному направленію.

Лангъ предлагаетъ, принимать давленіе вѣтра растущимъ кверху, при чемъ слѣдуетъ еще принимать въ соображеніе положеніе возводимой дымовой трубы.

По этому предложенію давленіе вѣтра w_x на высотѣ x должно быть

161. $w_x = w_н + 0{,}001 x$ t/m² (въ тоннахъ на 1 m²).

Въ этой формулѣ $w_н$ означаетъ давленіе вѣтра у подошвы стержня трубы.

Тотъ же самый моментъ давленія вѣтра относительно подошвы стержня трубы, получающійся при помощи растущаго w_x, получаютъ, принимая неизмѣннымъ по всей высотѣ трубы давленіе вѣтра

162. $w = w_н + 0{,}0006\ H_0$.

H_0 подставляется въ m.

Давленіе вѣтра въ высотѣ подошвы стержня $w_н$ и для цоколя $w_ц$ можно принимать въ зависимости отъ положенія трубы

въ мѣстахъ, не прилегающихъ къ морю . . . . . $w_н = 0{,}125$ t/m² $= 125$ kg/m², $w_ц = 0{,}100$ t/m²;
въ мѣстахъ, особо открытыхъ вѣтру . . 163. $w_н = 0{,}150$ t/m² $= 150$ kg/m², $w_ц = 0{,}120$ t/m²;
на открытыхъ берегахъ моря . . . . . $w_н = 0{,}175$ t/m² $= 175$ kg/m², $w_ц = 0{,}140$ t/m²;

$w_ц$ означаетъ среднее давленіе вѣтра на цоколь. Если дымовая труба ограждена со всѣхъ сторонъ высокими зданіями и поэтому нижняя часть ея защищена отъ дѣйствія вѣтра, то можно принимать $w_ц = 0$.

На высокихъ горахъ также принимаютъ $w_н = 0{,}150$ до $0{,}175$ t/m². Если F представляетъ сѣченіе черезъ ось дымовой трубы, которое, при многоугольномъ поперечномъ сѣченіи трубы, должно быть принято перепендикулярнымъ къ двумъ противоположнымъ гранямъ поверхности ея, то $\phi . F$ представляетъ площадь, принимаемую во вниманіе при разсчетѣ давленія вѣтра, дѣйствующаго на дымовую трубу. Коэффиціентъ ϕ опредѣленъ опытомъ слѣдующимъ образомъ:

для круглыхъ сѣченій . . . . $\phi = 0{,}667 = {}^2/_3$,
„ восьмиугольныхъ сѣченій . . . . . . $\phi = 0{,}71$,
„ квадратныхъ сѣченій . . . . $\phi = 1$.

Давленіе вѣтра W на весь стержень получается по формулѣ

164. $W_{cm} = \phi . w . (R_п + R_0) . H_0$.

Въ этой формулѣ $R_п$ и R_0 означаютъ радіусы вписанныхъ круговъ верхняго и нижняго наружныхъ периметровъ стержня.

г. *Моменты давленія вѣтра. α. Моментъ давленія вѣтра относительно подошвы стержня.* Если моментъ давленія вѣтра относительно подошвы стержня разсчитывается на основаніи растущаго кверху давленія вѣтра, то получается

165. $$M_{cm} = \frac{\phi . H_0^2}{6} [2\ w_н . (R_п + 2\ R_0) + 0{,}001\ H_0 (R_п + 3\ R_0)].$$

Означеніе буквъ извѣстно изъ прежняго. Всѣ мѣры приняты въ m и t, а M_{cm} въ tm.

При одинаковомъ давленіи вѣтра по всей высотѣ стержня моментъ M_{cm} разсчитывается по формулѣ,

166. $$M_{cm} = \frac{\phi . w . H_0^2}{3} . (R_п + 2 R_0) \text{ въ tm.}$$

β. *Моментъ давленія вѣтра относительно подошвы цоколя.*

Пусть означаютъ:

F_1 — площадь сѣченія черезъ ось цоколя, перпендикулярнаго къ двумъ противоположнымъ сторонамъ поперечнаго сѣченія послѣдняго въ m,
F_{cm} — площадь сѣченія черезъ ось стержня въ m²,
$M_ц$ — цѣлый моментъ давленія вѣтра на стержень и цоколь въ mt,
$H_ц$ — высоту цоколя въ m,
W_{cm} — давленіе вѣтра на стержень въ t,
$W_ц$ — давленіе вѣтра на цоколь въ t.

Тогда будетъ 167. $W_{cm} = \phi . w . F_{cm}$ и

168. $W_ц = \phi . w_ц . F_1$,

а цѣлый моментъ давленія вѣтра на стержень и цоколь относительно подошвы послѣдняго получается по формулѣ

169. $M_ц = M_{cm} + H_ц . (W_{cm} + {}^1/_2\ W_ц)$.

Моментъ давленія вѣтра относительно подошвы фундамента $M_ф$ будетъ, если $H_ф$ означаетъ высоту фундамента,

$$170.\quad M_ф = M_{cm} + (H_ц + H_ф) \cdot W_{cm} + (H_ф + {}^1/_2\, H_ц)\, W_ц \text{ или}$$

$$170a.\quad M_ф = M_{cm} + \phi \cdot w_ц \cdot \left[F_1 \left\{ \frac{H_ц}{2} + H_ф \right\} + H_0\, (R_п + r_п)\, (H_ц + H_ф) \right].$$

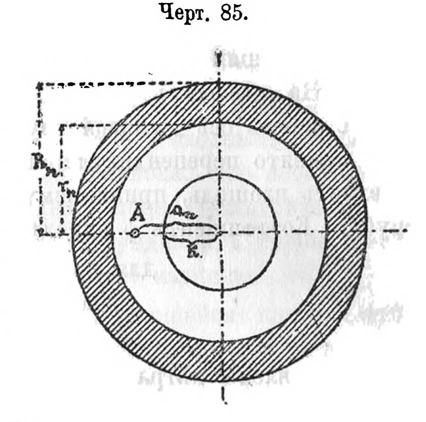
Если вѣтеръ не можетъ попадать въ цоколь, то въ предыдущихъ формулахъ $w_ц = 0$ и $W_ц = 0$, а если цоколя нѣтъ, то $M_ц = M_{cm}$ и $M_ф = M_{cm} + H_ф \cdot W_{cm}$.

д. *Краевыя напряженія въ опасномъ поперечномъ сѣченіи дымовой трубы.* Какъ опасныя поперечныя сѣченія дымовой трубы разсматриваются подошвы нижнихъ уступовъ, стержня, цоколя и фундамента.

Необходимость разсчета краевыхъ напряженій въ поперечномъ сѣченіи на высотѣ входа борова зависитъ отъ условій, о которыхъ уже прежде было поговорено.

Давленіе вѣтра на стержень трубы W_{cm} и собственный вѣсъ стержня G_{cm} составляютъ равнодѣйствующую, пересѣкающую подошву стержня въ точкѣ А (черт. 85).

Черт. 85.



Эта равнодѣйствующая разлагается по горизонтальному и вертикальному направленіямъ. Горизонтальная составляющая производитъ скольженіе трубы по подошвѣ стержня и можетъ пренебрегаться, такъ-какъ незначительному дѣйствію ея сопротивляется большой вѣсъ трубы. Вертикальная составляющая равняется вѣсу стержня G_{cm} и имѣетъ отъ центра тяжести подошвы разстояніе a_n, такъ-что моментъ ея относительно этого центра тяжести составляетъ $G_{cm} \cdot a_n$. Этотъ моментъ равняется моменту давленія вѣтра на стержень трубы, такъ-что получается

$$171.\quad G_{cm} \cdot a_n = M_{cm}, \text{ откуда } 172.\quad a_n = \frac{M_{cm}}{G_{cm}}.$$

Въ этихъ формулахъ слѣдуетъ подставлять значенія для G_{cm} и M_{cm} изъ ур. 156 и 165 или 166 Подобнымъ образомъ получается для подошвы цоколя

$$173.\quad a_ц = \frac{M_ц}{G_{cm} + G_ц}.$$

Значенія для G_{cm}, $G_ц$ и M_{cm} получаются изъ формулъ 156, 158 и 169.

Для подошвы фундамента

$$174.\quad a_ф = \frac{M_ф}{G_{cm} + G_ц + G_ф}.$$

Въ этихъ формулахъ подставляютъ значенія для $M_ф$, G_{cm}, $G_ц$ и $G_ф$ изъ ур. 170а, 156, 158, 159 и 160.

Если нужно, изслѣдовать краевыя напряженія въ подошвахъ нижнихъ уступовъ дымовой трубы, то можно разсматривать какъ стержень ту часть трубы, которая находится непосредственно надъ изслѣдуемою подошвою, и примѣнять всѣ вышеуказанныя формулы для стержня, въ которыхъ слѣдуетъ подставлять соотвѣтствующіе радіусы и высоту.

Для подошвы всѣхъ уступовъ должно быть удовлетворено условіе

$$175.\quad a < c, \text{ при чемъ } 176.\quad c = \frac{R}{2} + \frac{r}{4};$$

иначе размѣры уступовъ имѣютъ недостаточную величину, и слѣдуетъ ихъ увеличить передъ дальнѣйшимъ разсчетомъ.

Если вышеупомянутое условіе 175 удовлетворено, то швы кладки стержня могутъ раскрываться еще до половины опаснаго поперечнаго сѣченія дымовой трубы.

Сжатіе σ_0 въ отдѣльныхъ опасныхъ поперечныхъ сѣченіяхъ дымовой трубы при безвѣтріи. При безвѣтріи давленіе вѣтра равняется нулю, и на трубу дѣйствуетъ одинъ лишь собственный вѣсъ ея.

Пусть означаютъ:

F_{cm}, $F_ц$ и $F_ф$ — площади разсматриваемыхъ поперечныхъ сѣченій стержня, цоколя и фундамента въ m^2,

G_{cm}, $G_ц$ и $G_ф$ — вѣсы кладки частей дымовой трубы надъ F_{cm}, $F_ц$ и $F_ф$ въ t.

Тогда получается σ_0 въ kg/cm²

	для подошвы		
	цоколя	стержня	фундамента
177. $\sigma_0 =$	$\frac{G_{cm}}{10 \cdot F_{cm}}$	$\frac{G_{cm} + G_ц}{10 \cdot F_ц}$	$\frac{G_{cm} + G_ц + G_ф}{10 \cdot F_ф}$.

Краевыя напряженія въ отдѣльныхъ опасныхъ поперечныхъ сѣченіяхъ дымовой трубы при бурѣ. Наиболѣе опасныя напряженія вызываются въ поперечномъ сѣченіи трубы, если направленіе вѣтра параллельно къ наименьшему радіусу ядра сѣченія.

Слѣдуетъ разсчитать эти напряженія для двухъ случаевъ.

Случай I. Швы кладки трубы могутъ сопротивляться растягивающимъ усиліямъ. При опредѣленіи краевыхъ напряженій въ разсматриваемомъ поперечномъ сѣченіи трубы можно пользоваться формулами 37 и 38 для сложнаго сопротивленія, въ которыхъ замѣнимъ означеніе σ_z черезъ σ'' и σ черезъ σ'. Кромѣ того, оказывается для разсчета устойчивости, трубъ удобнѣе, означать сжимающія напряженія положительнымъ знакомъ, а растягивающія — отрицательнымъ.

Въ виду этого, получаются на подвѣтренной сторонѣ трубы сжимающія краевыя напряженія по формулѣ

$$178.\quad \sigma'' = \frac{G}{F} + \frac{M}{W}$$

и, соотвѣтственно этому, на навѣтренной сторонѣ сжимающія или растягивающія напряженія по формулѣ

$$179.\quad \sigma' = \frac{G}{F} - \frac{M}{W}.$$

Въ этихъ формулахъ W означаетъ моментъ сопротивленія разсматриваемаго поперечнаго сѣченія трубы; остальныя обозначенія извѣстны.

Такъ-какъ $M = G \cdot a$, $\frac{G}{F} = \sigma_0$ и $W = F \cdot k_{min}$, гдѣ k_{min} — наименьшій радіусъ ядра, то ур. 178 и 179 переходятъ въ

$$180.\quad \sigma'' = \sigma_0 \left(1 + \frac{a}{k_{min}}\right) \text{ и } 181.\quad \sigma' = \sigma_0 \left(1 - \frac{a}{k_{min}}\right).$$

Если подставляются въ ур. 180 и 181 по очереди значенія для σ_0, a и k_{min} для различныхъ изслѣдуемыхъ поперечныхъ сѣченій дымовой трубы, то получаются изъ нихъ напряженія для опасныхъ швовъ.

Площадь поперечнаго сѣченія для дымовыхъ трубъ употребительныхъ формъ разсчитывается по формулѣ

$$182.\quad F = \mu \cdot (R^2 - r^2)$$

и радіусъ ядра по формулѣ

$$183.\quad k = \nu \cdot R \cdot \left(1 + \frac{r^2}{R^2}\right):$$

Здѣсь означаютъ:

μ — коэффиціентъ поперечнаго сѣченія*),

ν — „ ядра*),

R — радіусъ вписаннаго круга наружнаго периметра поперечнаго сѣченія,

r — „ „ „ внутренняго „ „ „.

Для подошвы фундамента $r = 0$.

Для поперечныхъ сѣченій, при которыхъ формы наружнаго и внутренняго периметровъ различны, въ слѣдующихъ формулахъ индексъ a долженъ относиться къ наружному, а индексъ i къ внутреннему периметрамъ. Въ виду этого, получается:

для площади поперечнаго сѣченія

$$184.\quad F = F_a - F_i,$$

для момента инерціи

$$185.\quad J = J_a - J_i$$

и для наименьшаго радіуса ядра

$$186.\quad k_{min} = \frac{J}{F.R'},$$

гдѣ R' означаетъ радіусъ описаннаго круга наружнаго периметра поперечнаго сѣченія.

Сочетаніе значеній F, J и R' для употребительныхъ формъ поперечныхъ сѣченій дымовыхъ трубъ

Наружная форма поперечнаго сѣченія.	Квадратъ.	Квадратъ.	Восьмиугольникъ.
Внутренная „ „ „	Восьмиугольникъ.	Кругъ.	Кругъ.
$F = F_a - F_i$	$4\,R^2 - 3{,}3137\,r^2$	$4\,R^2 - \pi\,r^2$	$3{,}3137\,R^2 - \pi\,r^2$
$J = J_a - J_i$	$1{,}3333\,R^4 - 0{,}8759\,r^4$	$1{,}3333\,R^4 - \frac{\pi\,r^4}{4}$	$0{,}8759\,R^4 - \frac{\pi\,r^4}{4}$
R'	$R\sqrt{2} = 1{,}414\,R$	$1{,}414\,R$	$R:\cos\frac{\pi}{8} = 1{,}0824\,R.$

Если въ ур. 181 $a > k_{min}$, то на навѣтренной сторонѣ поперечнаго сѣченія вызываются растягивающія напряженія, такъ-какъ въ такомъ случаѣ σ' получаетъ отрицательный знакъ.

Въ подошвѣ фундамента дымовой трубы растягивающія усилія совсѣмъ должны избѣгаться, т.-е. равнодѣйствующая изъ собственнаго вѣса всей трубы и давленія вѣтра должна пересѣкаться съ подошвою внутри ядра ($a < k_{min}$).

Въ остальныхъ опасныхъ поперечныхъ сѣченіяхъ трубы можно допускать растягивающія напряженія до предѣловъ, которые опредѣлимъ послѣ.

Такъ-какъ сопротивленіе кладки дымовыхъ трубъ растягивающимъ усиліямъ часто ненадежно, то слѣдуетъ изслѣдовать наиболѣе опасныя поперечныя сѣченія еще для слѣдующаго случая.

Случай II. Швы кладки дымовой трубы не могутъ сопротивляться растягивающимъ усиліямъ. Если швы кладки трубы не могутъ сопротивляться растягивающимъ усиліямъ, то отъ этого происходитъ увеличеніе сжимающихъ напряженій въ подвѣтренной сжатой части поперечныхъ сѣченій, между тѣмъ какъ швы кладки на навѣтренной сторонѣ открыты. По Лангу получаютъ это увеличеніе сжимающихъ напряженій, вычитая съ полученнаго изъ ур. 180 напряженіи σ'' напряженіе σ', полученное по формулѣ 181. Если σ''' означаетъ наибольшее сжимающее краевое напряженіе для случая II, то будетъ 187. $\sigma''' = \sigma'' - \sigma'$, или точнѣе, также по Лангу,

$$188.\quad \sigma''' = \sigma'' - \sigma' \left\{\frac{a - k_{min}}{c - k_{min}}\right\}^2.$$

*) См. таб. № 28.

При этомъ условію ур. 175 и 776 должно быть удовлетворено, т.-е. должно быть

$$a < c \text{ и } c = \frac{R}{2} + \frac{r}{4}.$$

Если напряженія σ''' и σ' не превосходятъ допускаемыхъ, то принятые размѣры возводимой дымовой трубы бываютъ достаточной величины и даже могутъ уменьшиться при значительной разницѣ полученныхъ при разсчетѣ напряженій и допускаемыхъ напряженій. Если, напротивъ того, превосходятся допускаемыя напряженія полученными изъ разсчета, то слѣдуетъ увеличить принятые размѣры трубы и повторить разсчетъ.

e. *Допускаемыя напряженія для дымовыхъ трубъ изъ кирпичной кладки на известково-цементномъ растворѣ.* Дымовыя трубы обыкновенно возводятся въ очень короткое время, и рекомендуется принимать допускаемыя напряженія кладки тѣмъ меньше, чѣмъ скорѣе должна возводиться дымовая труба. Такъ-какъ срокъ возведенія дымовой трубы преимущественно зависитъ отъ высоты ея, то допускаемыя напряженія кладки трубы могутъ быть принимаемы пропорціональными высотѣ ея.

Допускаемое сжимающее напряженіе $\sigma_{доп}$ по предложенію Ланга можетъ составлять:

189. $\sigma_{доп} = 5 + 0{,}15\ H\ kg/cm^2$.

При этомъ предполагается, что растворъ на навѣтренной сторонѣ трубы не прилипаетъ къ кирпичамъ.

Черезъ H означается разстояніе разсматриваемаго поперечнаго сѣченія отъ устья трубы въ m.

Допускаемое растягивающее напряженіе $\sigma'_{доп}$ кладки трубы, по ненадежности сцѣпленія раствора съ кирпичами и неравномѣрности перемѣшенія его и производства кладки, должно приниматься довольно незначительнымъ.

Можно допускать 190. $\sigma'_{доп} = -(1{,}3 + 0{,}013\ H)\ kg/cm^2$.

Если условію въ ур. 175 и 176 удовлетворяется и допускаемыя напряженія $\sigma'''_{доп}$ и $\sigma'_{доп}$ не превосходятся, то новоустроенная дымовая труба можетъ считаться устойчивою. Конечно, во время дѣйствія трубы сопротивленіе раствора растетъ, но за то въ кладкѣ ея происходитъ отъ теплоты еще напряженія, которыя тѣмъ значительнѣе, чѣмъ выше температура дымовыхъ газовъ.

Въ вьду только-что сказаннаго, условія устойчивости дымовыхъ трубъ, при вышеуказанныхъ допускаемыхъ напряженіяхъ, заключаются не только въ томъ, что кладка трубъ произведена изъ крѣпкихъ кирпичей на известково-цементномъ растворѣ, но и въ томъ, что, при простыхъ стѣнкахъ трубы, температура дымовыхъ газовъ не выше 250° до 300° С., или что, при высшей температурѣ дымовыхъ газовъ, труба устроена съ огнеупорною футеровкою; иначе приходится принимать допускаемыя напряженія $\sigma'''_{доп}$ и $\sigma'_{доп}$ меньше.

При дымовыхъ трубахъ съ самостоятельною футеровкою допускаемыя напряженія слѣдующія:

191. $\sigma'''_{доп} = 6 + 0{,}15\ H$ и 192. $\sigma'_{доп} = -(1{,}5 + 0{,}015\ H)$.

Эти допускаемыя напряженія приняты больше предложенныхъ въ ур. 189 и 190, такъ-какъ срокъ возведенія трубы съ футеровкою дольше и напряженія, происходящія отъ теплоты, незначительнѣе

Если долженъ употребляться для устройства дымовой трубы известковый растворъ, то слѣдуетъ доказать опытомъ, что онъ достигаетъ во время, предназначенное для возведенія трубы, сопротивленія, которое втрое больше разсчитанныхъ краевыхъ напряженій опаснаго поперечнаго сѣченія.

Нельзя давать точныя данныя относительно сопротивленія известковыхъ растворовъ, такъ-какъ качества ихъ весьма различны.

№ 28.

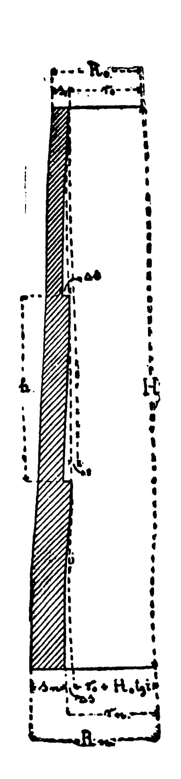
Таблица коэффиціентовъ, подставляемыхъ въ предыдущихъ формулахъ для различныхъ формъ поперечнаго сѣченія дымовыхъ трубъ.

Коэффиціентъ	Кругъ	Восьми-угольникъ	Квадратъ
поперечнаго сѣченія μ =	$\pi = 3{,}1416$	3,3137	4,00
ядра . . . . ν =	$1/4 = 0{,}25$	0,2441	0,2357
высоты уступовъ . . φ =	1,00	0,97	0,83
давленія вѣтра . . ψ =	$2/3 = 0{,}667$	0,71	1,00

Въ слѣдующемъ показанъ примѣръ для разсчета устойчивости дымовой трубы. Разсчетъ произведенъ на формулярѣ, получаемомъ за 10 коп. въ книжномъ магазинѣ Киммеля въ Ригѣ.

Размѣры цоколя и фундамента заимствованы изъ существующаго проекта.

Разсчетъ устойчивости дымовой трубы изъ кирпичной кладки для завода X въ Ригѣ.



Форма поперечнаго сѣченія стержня дымовой трубы: кругъ.

Высота дымовой трубы надъ поверхностью земли . . . . въ m: $H = 42.$

Высота стержня . . . . „ „ $H_0 = 40.$

Высота цоколя. . . . . „ „ $H_ц = 2.$

Верхній наружный радіусъ стержня . . . . „ „ $R_0 = 0{,}95.$

Верхній внутренній „ „ . . . . „ „ $r_0 = 0{,}7.$

*Внутренній наклонъ стержня . . . . $tgi = 0{,}009.$

Нижній наружный радіусъ стержня . . . . въ m: $R_n = 1{,}711.$

*Нижній внутренній „ „ . . . . „ „ $r_n = 1{,}111.$

Внутренній радіусъ цоколя . . . . „ „ $r_ц = 1{,}111.$

Толщина стѣнки верхняго уступа . . . . „ „ $s_1 = 0{,}25.$

Увеличеніе толщины стѣнокъ книзу . . . . „ „ $\triangle s = 0{,}05.$

Высота отдѣльныхъ уступовъ дымовой трубы . . . . „ „ $h = 5.$

Давленіе вѣтра на единицу площади вертикальной проекціи стержня . . . . въ t/m^2: $w = 0{,}15.$

Вѣсъ одного куб. метра кладки стержня . . . . въ t/m^3: $\gamma = 1{,}8.$

Примѣчаніе. При многоугольномъ и квадратномъ поперечныхъ сѣченіяхъ дымовой трубы R_n, R_0, r_n, r_0, . . . означаютъ радіусы вписаннаго круга.

Таблица числовыхъ значеній коэффиціентовъ въ слѣдующихъ формулахъ.

Числовыя значенія коэффиціентовъ	Кругъ.	Восьмиугольникъ.	Квадратъ.
$\mu =$	$\pi = 3{,}1416$	3,3137	4,0000
$\nu =$	$^1/_4 = 0{,}250$	0,2441	0,2357
$\varphi =$	1,000	0,97	0,830
$\phi =$	$^2/_3 = 0{,}667$	0,71	1,000

G_{cm} означаетъ вѣсъ стержня дымовой трубы; тогда можно принимать съ достаточною точностью:

$$G_{cm} = \frac{\mu.\gamma.H_0}{3}\,[R_n^2 + R_nR_0 + R_0^2 - (r_n^2 + r_nr_0 + r_0^2)],$$

$$G_{cm} = \frac{3{,}14.1{,}8.40}{3}\,[1{,}711^2 + 1{,}711.0{,}95 + 0{,}95^2 - (1{,}111^2 + 1{,}111.0{,}7 + 0^2{,}7],$$

$$G_{cm} = 75{,}36.(5{,}455 - 2{,}502),$$

$$G_{cm} = 75{,}36.2{,}953,$$

$$G_{cm} = 222{,}54\ t.$$

M_{cm} означаетъ изгибающій моментъ давленія вѣтра относительно подошвы стержня; тогда будетъ

$$M_{cm} = \frac{\phi.w.H_0^2}{3}\,(R_n + 2\ R_0) = \frac{2}{3}.\frac{0{,}15.40^2}{3}.(1{,}711 - 2.0{,}95) = 192{,}64\ mt.$$

---

*) Отношеніе между r_n и tgi: $r_n = r_0 + H_0\ tgi + \triangle s$.

a_n означаетъ разстояніе точки пересѣченія равнодѣйствующей давленія вѣтра и собственнаго вѣса стержня съ подошвою стержня отъ центра этой подошвы; тогда получается:

$$a_n = \frac{M_{cm}}{G_{cm}} = \frac{192{,}64}{222{,}54} = 0{,}87 \text{ m.}$$

Допускается $a_n < c$, при чемъ $c = \frac{R_n}{2} + \frac{r_n}{4} = \frac{1{,}711}{2} + \frac{1{,}111}{4} = 1{,}132$ m.

Примѣчаніе. Если получается $a_n > c$, то слѣдуетъ или увеличить tgi или уменьшить высоту h уступовъ дымовой трубы или сдѣлать то и другое, а потомъ разсчетъ повторяется.

Площадь подошвы стержня: $F = \mu\ (R_n^2 - r_n^2) = 3{,}1416 \,.\, (1{,}711^2 - 1{,}111^2) = 5{,}322$ m².

Наименьшій радіусъ ядра: $k_{min} = \nu\ R_n \left(1 + \frac{r_n^2}{R_n^2}\right) = \frac{1}{4} \,.\, 1{,}711 \left(1 + \frac{1{,}111^2}{1{,}711^2}\right) = 0{,}607$ m.

Давленіе на подошву стержня при безвѣтріи въ kg/cm²: $\sigma_0 = \frac{G_{cm}}{10.F} = \frac{222{,}54}{10.5{,}32} = 4{,}18$.

Если растворъ можетъ сопротивляться растяженію, то краевыя напряженія подошвы стержня при дѣйствіи вѣтра въ kg/cm²:

на подвѣтренной сторонѣ: $^{***}\sigma'' = \sigma_0 \left(1 + \frac{a_n}{k_{min}}\right) = 4{,}18 \,.\, \left(1 + \frac{0{,}87}{0{,}607}\right) = 10{,}157$,

на навѣтренной „ $^{***}\sigma' = \sigma_0 \left(1 - \frac{a_n}{k_{min}}\right) = 4{,}18 \,.\, \left(1 - \frac{0{,}87}{0{,}607}\right) = -1{,}8$.

Если растворъ не можетъ сопротивляться растяженію, то наибольшее краевое давленіе подошвы стержня въ kg/cm²:

$$^{*}\sigma''' = \sigma'' - \sigma' . \left[\frac{a_n - k_{min}}{c - k_{min}}\right]^2 = 10{,}157 + 1{,}8 \left[\frac{0{,}87 - 0{,}607}{1{,}132 - 0{,}607}\right]^2 = 10{,}157 + 0{,}45.$$

$$^{***}\sigma''' = 10{,}607.$$

Допускаемыя краевыя напряженія подошвы стержня при дымовыхъ трубахъ изъ хорошихъ радіальныхъ кирпичей на известково-цементномъ растворѣ безъ футеровки можно принимать въ kg/cm²:

$^{*}\sigma'''_{доп.} = \sim + 5\ (1 + 0{,}03\ H_0) = \sim + 5\ (1 + 0{,}03 \,.\, 40) = 5.(1 + 1{,}2) + 5.2{,}2 = 11.$

$^{*}\sigma'_{доп.} = \sim - 1{,}3\ (1 + 0{,}01\ H_0) = \sim - 1{,}3\ (1 + 0{,}01 \,.\, 40) = -1{,}3\ (1 + 0{,}4) = -1{,}3 \,.\, 1{,}4 = -1{,}82.$

При дымовыхъ трубахъ съ самостоятельною футеровкою можно принимать допускаемыя краевыя напряженія въ kg/cm²:

$^{*}\sigma'''_{доп.} = 6 + 0{,}15\ H_0 = 6 +$ .... = ...

$^{*}\sigma'_{доп.} = -(1{,}5 + 0{,}013\ H_0) = -1{,}5 +$ ....) = ...

Примѣчаніе. Во многихъ мѣстностяхъ допускаемыя напряженія опредѣлены законными постановленіями.

Давленіе дымовой трубы на грунтъ въ kg/cm².

Высота цоколя	въ m:	$H_ц = 2{,}0$.
Площадь вертикальной проекціи** цоколя	„ „	$F_1 = 7{,}97$.
Высота фундамента	„ „	$H_ф = 4{,}9$.
Площадь подошвы фундамента	„ „	$F_ф = 64{,}0$.
Вѣсъ цоколя	„ t/m³:	$G_ц = 28{,}7$.
„ фундамента	„ „	$G_ф = 263{,}8$

* Lang: Der Schornsteinbau.

** Плоскость проекціи принимается перпендикулярно къ двумъ противоположнымъ параллельнымъ сторонамъ поперечнаго сѣченія цоколя.

*** Если требуются напряженія въ подошвахъ отдѣльныхъ уступовъ, то опредѣляютъ ихъ подобнымъ образомъ, разсматривая подошву уступа какъ подошву трубы соотвѣтственной высоты. Если напряженія въ подошвахъ уступовъ кверху уменьшаются, то дальнѣйшее изслѣдованіе излишне, такъ-какъ труба въ такомъ случаѣ устойчива.

$M_ф$ означаетъ изгибающій моментъ давленія вѣтра относительно подошвы фундамента; тогда получается:

$$M_ф = M_{cm} + \phi \, . \, w \left[F_1 \left(\frac{H_ц}{2} + H_ф \right) + H_o \, (R_n + r_n)(H_ц + H_ф) \right] = \ldots\ldots$$

$$M_ф = 192{,}64 + 0{,}667 \, . \, 0{,}15 \, [7{,}97 \, (1 + 4{,}9) + 40 \, (1{,}711 + 1{,}111) \, (2 + 4{,}9)] = 192{,}64 + 82{,}8,$$

$$M_ф = 275{,}44 \text{ mt.}$$

$a_ф$ означаетъ разстояніе точки пересѣченія равнодѣйствующей давленія вѣтра и собственнаго вѣса $G_{cm} + G_ц + G_ф$ цѣлой дымовой трубы съ подошвою фундамента отъ центра этой подошвы; тогда будетъ

$$a_ф = \frac{M_ф}{G_{cm} + G_ц + G_ф} = \frac{275{,}44}{222{,}54 + 28{,}7 + 263{,}8} = \frac{275{,}44}{515{,}04} = 0{,}53 \text{ m.}$$

Наименьшій радіусъ ядра квадратной подошвы со стороною b будетъ $k = 0{,}118 \, b = 0{,}118 \, . \, 8 = 0{,}944$ m. Допускается: $a_ф \leqq 0{,}118 \, b$,

Давленіе на подошву фундамента при безвѣтріи въ kg/cm²: $\sigma_0 = \dfrac{G_{cm} + G_ц + G_ф}{10 \, F_ф} = \dfrac{515{,}04}{10 . 64} = 0{,}85.$

Наибольшее краевое давленіе подошвы фундамента при дѣйствіи вѣтра на подвѣтренной сторонѣ въ kg/cm²:

$$\sigma'' = \sigma_0 \left(1 + \frac{a_ф}{k}\right) = \sigma_0 \left(1 + \frac{a_ф}{0{,}118 \, b}\right) = 0{,}85 \left(1 + \frac{0{,}53}{0{,}944}\right) = 1{,}327$$

Допускаемое давленіе на хорошій грунтъ принимается, лучше всего, не больше 2,5 kg/cm².

Подпись: Г. Кирштейнъ.

Перепечатаніе воспрещается. Составилъ профессоръ **Г. Кирштейнъ.**

К. Разсчетъ желѣзо-бетонныхъ сооруженій.

А. Основы статическаго разсчета. При разсчетѣ желѣзо-бетонныхъ сооруженій предполагаются: солидарное дѣйствіе бетона и желѣза, плоскія поперечныя сѣченія балокъ и плитъ — въ особенности при изгибающихъ усиліяхъ — также послѣ изгиба, далѣе постоянныя значенія коэффиціентовъ упругости бетона и желѣза при сжатіи и растяженіи, наконецъ, обыкновенно пренебреженіе растягивающихъ напряженій въ бетонѣ и начальныхъ напряженій, возникающихъ въ желѣжо-бетонныхъ тѣлахъ при твердѣніи бетона.

При разсчетѣ желѣзо-бетонныхъ сооруженій значеніе отношенія $n = \dfrac{E_e}{E_b}$ играетъ важную роль; здѣсь означаютъ:

E_e — коэффиціентъ упругости желѣза и
E_b — „ „ бетона при сжатіи.

Обыкновенно принимается

$$n = \frac{E_e}{E_b} = 15$$

Если принимаютъ среднимъ числомъ $E_e = 2200000$ kg/cm², то выходитъ для

$$E_b = \frac{2200000}{15} = \sim 147000 \text{ kg/cm}^2.$$

По опытамъ получается $E_b = 147000$ kg/cm² только при очень большихъ напряженіяхъ (больше 60 kg/cm²) бетона, между тѣмъ какъ при употребительныхъ напряженіяхъ бетона въ желѣзобетонныхъ сооруженіяхъ приблизительно $E_b = 220000$ kg/cm². Если принимаютъ въ разсчетъ послѣднее значеніе, то слѣдуетъ

$$n = \frac{E_e}{E_b} = \frac{2200000}{220000} = 10$$

На основаніи этихъ соображеній въ нѣкоторыхъ земляхъ предписывается для разсчета меньшее значеніе n, чѣмъ 15.

Но такъ какъ значеніе n не имѣетъ особенно замѣчательнаго вліянія на результаты разсчета и такъ какъ многочисленныя очень полезныя для практики таблицы разсчитаны на основаніи $n = 15$, то рекомендуется при разсчетѣ пользоваться этимъ послѣднимъ значеніемъ.

При предположеніи, что поперечныя сѣченія желѣзо-бетонныхъ плитъ и балокъ остаются плоскими также послѣ изгиба (черт. 1), упругія деформаціи отдѣльныхъ волокинъ будутъ пропорціональны разстояніямъ ихъ отъ нейтральной оси. Поэтому, если одна лишь желѣзная арматура воспринимаетъ растягивающія напряженія, то получается по чертежу 1, въ которомъ означаетъ AB поперечное сѣченіе передъ изгибомъ и A^1B^1 — послѣ изгиба, слѣдующее уравненіе

$$1.\quad \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_e} = \frac{x}{h^1 - x}$$

Въ этомъ уравненіи означаютъ:

ε_b — наибольшее отрицательное удлиненіе (укороченіе) крайняго сжатаго бетоннаго волокна,

ε_e — положительное удлиненіе желѣзной арматуры,

x — разстояніе крайняго сжатаго бетоннаго волокна отъ нейтральной оси,

$h^1 - x$ — разстояніе линіи тяжести желѣзной арматуры отъ нейтральной оси.

По закону Bach-Schule'a

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b m}{E_b},$$

гдѣ σ_b означаетъ сжимающее напряженіе въ kg/cm² въ крайнемъ сжатомъ бетонномъ волокнѣ и m — такъ называемый коэффиціентъ деформаціи, который по опытамъ для бетона можетъ приниматься въ 1,1 до 1,2. Для большей простоты можно подставить въ предыдущее управленіе $m = 1$ и получаютъ тогда

$$2.\quad \varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b}$$

По тому же самому закону слѣдуетъ для желѣза

$$3.\quad \varepsilon_e = \frac{\sigma_e}{E_e}$$

Въ этомъ уравненіе σ_e означаетъ растягивающее напряженіе въ kg/cm² въ желѣзной арматурѣ.

Изъ ур. 1, 2 и 3 слѣдуетъ

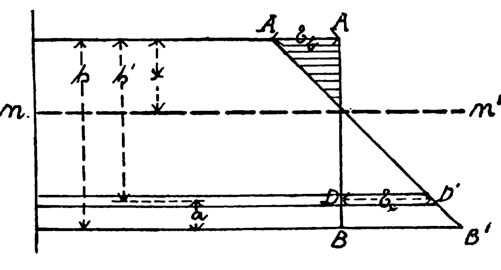
$$4.\quad \frac{E_e}{E_b} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_e} = \frac{x}{h^1 - x}$$

и при $\frac{E_e}{E_b} = n$

$$5.\quad n \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_e} = \frac{x}{h^1 - x}.$$

Изъ ур. 5 получаются

$$6.\quad \sigma_b = \frac{\sigma_e}{n} \cdot \frac{x}{h^1 - x} \qquad 7.\quad \sigma_e = n \cdot \sigma_b \frac{h^1 - x}{x}$$



Черт. 1.

Уравненіе 5 представляетъ основную формулу для разсчета желѣзо-бетонныхъ плитъ и балокъ.

Въ слѣдующемъ приведемъ сюда относящіяся постановленія прусскаго министерства отъ 24 мая 1907, которыми съ выгодой можно пользоваться.

Опредѣленіе внутреннихъ силъ.

§ 15.

1. Коэффиціентъ упругости желѣза принимается въ 15-тикратное коэффиціента упругости бетона, если не доказывается другой коэффиціентъ упругости.

2. Напряженія въ тѣлѣ, подвергающемся изгибу, должны разсчитываться при предположеніи, что упругія удлиненія волоконъ пропорціональны разстояніямъ ихъ отъ нейтральной оси и что одна лишь желѣзная арматура воспринимаетъ всѣ растягивающія напряженія.

3. При сооруженіяхъ или частяхъ ихъ, подвергающихся дѣйствію погоды, сырости, дымовыхъ газовъ и подобнымъ вреднымъ вліяніямъ, кромѣ того, слѣдуетъ доказывать, что образованіе трещинъ въ бетонѣ избѣгается сопротивленіемъ бетона растягивающимъ усиліямъ.

4. Слѣдуетъ опредѣлить скалывающія напряженія, если форма и конструкція сооруженій не даютъ возможность, непосредственно узнавать безвредность ихъ. Если не имѣется приспособленій для воспринятія ихъ въ расположеніи самомъ частей сооруженій, то они должны восприниматься желѣзной арматурой подходящей формы.

5. Слѣдуетъ давать желѣзной арматурѣ такую форму, что послѣдней сдвиженію ея по бетону препятствуется. Напряженія сцѣпленія всегда должны быть опредѣляемы разсчетомъ.

6. Разсчетъ подпоръ на продольный изгибъ долженъ производиться тогда, когда высота ихъ больше 18-тикратнаго наименьшаго размѣра поперечнаго сѣченія. Разстояніе между отдѣльными вертикальными стержнями должно сохраняться неизмѣннымъ поперечными связями. Разстояніе арматуры этихъ связей другъ отъ друга должно равняться приблизительно наименьшему размѣру (лучше на 5 cm меньше) поперечнаго сѣченія, но не должно превосходить 30-тикратное толщины отдѣльнаго вертикальнаго стержня (35 cm).

7. Для разсчета подпоръ на продольный изгибъ слѣдуетъ примѣнять формулу Эйлера. (Эта формула не примѣнима. См. разсчетъ подпоръ).

Допускаемыя напряженія.

§ 16.

1. При частяхъ сооруженій, подвергающихся изгибу, сжимающее напряженіе бетона не должно превосходить 1/6 сопротивленія его раздробленію, а сжимающее и растягивающее напряженія желѣза — 1000 kg/cm².

2. Если въ случаяхъ, указанныхъ въ § 15, 3, бетонъ долженъ сопротивляться растягивающимъ усиліямъ, то допускаемое растягивающее напряженіе его должно быть принимаемо въ 2/3 сопротивленія его разрыву, опредѣленнаго опытомъ. Если сопротивленіе бетона разрыву, не опредѣлено опытомъ, то растягивающее напряженіе его должно составлять не больше 1/10 сопротивленія сжатію.

3. При этомъ принимаются для нагрузки слѣдующія значенія:

a) Для частей зданій, подвергающихся незначительнымъ сотрясеніямъ, напр. для потолковъ жилыхъ зданій, торговыхъ помѣщеній и магазиновъ: дѣйствительный собственный вѣсъ и дѣйствительная временная нагрузка.

b) Для частей зданій, подвергающихся болѣе сильнымъ сотрясеніямъ и очень перемѣнной нагрузкѣ, какъ напр. для помѣщеній для собраній, танцовальныхъ залъ, фабрикъ и амбаровъ: дѣйствительный собственный вѣсъ и увеличенная до 50% временная нагрузка.

c) При нагрузкахъ со сильными сотрясеніями, какъ напр. для потолковъ подваловъ подъ проѣздами и дворами: дѣйствительный собственный вѣсъ и увеличенная до 100% временная нагрузка.

4. При подпорахъ допускаемое напряженіе бетона не должно превосходить 1/10 сопротивленія его раздробленію. При разсчетѣ желѣзной арматуры на продольный изгибъ слѣдуетъ доказать 5-тикратную безопасность.

5. Допускаемое скалывающее напряженіе въ бетонѣ не должно превосходить 4,5 kg/cm². Если доказывается большее сопротивленіе скалыванію, то допускаемое напряженіе должно быть принимаемо не больше 1/5 этого сопротивленія.

6. Допускаемое напряженіе сцѣпленія не должно превосходить допускаемое скалывающее напряженіе, т.-е. 4,5 kg/cm².

Соотвѣтственно этимъ постановленіямъ можно принимать слѣдующія допускаемыя напряженія:

для сжимающаго напряженія бетона при изгибѣ . . . 35 до 40 kg/cm²,
для сжимающаго напряженія бетона въ подпорахъ . . 20 до 25 kg/cm²,
для скалывающаго напряженія бетона . . . . 4,5 kg/cm²,
для напряженія сцѣпленія . . . . 4,5 kg/cm².
для растягивающаго и сжимающаго напряженій желѣза . 1000 kg/cm².

B. Опредѣленіе внѣшнихъ силъ. Относительно опредѣленія изгибающихъ моментовъ и опорныхъ сопротивленій при балкахъ и плитахъ, свободно лежащихъ на двухъ опорахъ, указываемъ на таблицу № 19 приложенія настоящаго руководства.

Для опредѣленія наибольшаго изгибающаго момента балокъ и плитъ, свободно лежащихъ на двухъ опорахъ, слѣдуетъ принимать, какъ разсчетную длину, свободную длину между опорами, сложенную на толщину балки или плиты.

При неразрѣзныхъ балкахъ или плитахъ разсчетная длина принимается равной разстоянію отъ середины до середины опоръ.

Балки и плиты, задѣланныя обоими концами. Если балки или плиты задѣланы обоими концами, то получаются у опоръ отрицательные изгибающіе моменты.

Здѣсь должны быть показаны одни лишь оба простѣйшихъ случая задѣланной балки или плиты, а именно: для равномѣрной нагрузкой p на 1 погонный метръ и для сосредоточенной въ серединѣ пролета нагрузки P.

Въ слѣдующемъ означаютъ:

M_{min} — наибольшій отрицательный моментъ,

M_{max} — наибольшій положительный моментъ,

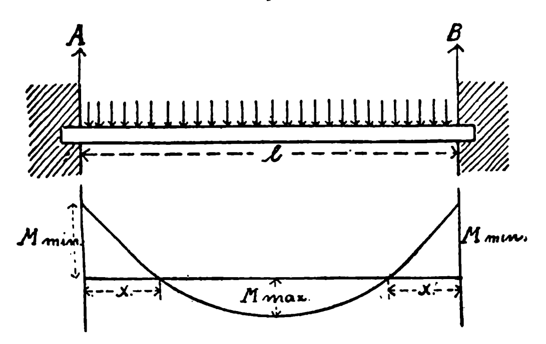
A и B — опорныя сопротивленія,

l — пролетъ балки или плиты и

x — разстояніе точекъ отъ опоръ, въ которыхъ изгибающій моментъ $M = 0$.

Случай I. (Черт. 2 и 2a.) Наиболѣе опасное поперечное сѣченіе находится у опоръ;

Черт. 2.

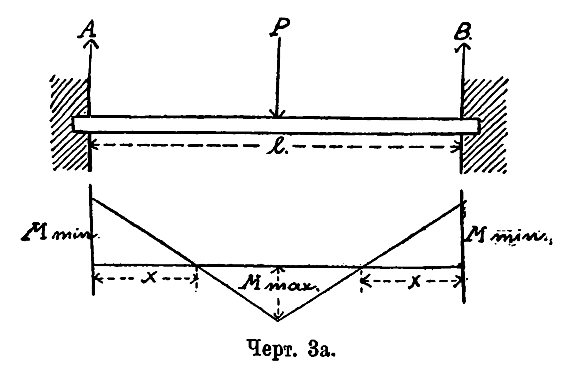


Черт. 2a.

$$A = B = \frac{pl}{2};\ M_{min} = -\frac{pl^2}{12};\ M_{max} = \frac{pl^2}{24};$$
$$x = 0{,}2113\ l.$$

Случай II. (Черт. 3 и 3a.) Наиболѣе опасное поперечное сѣченіе находится въ серединѣ балки или плиты и у опоръ.

Черт. 3.



Черт. 3a.

$$A = B = \frac{P}{2};\ M_{min} = -\frac{P.l}{8};\ M_{max} = \frac{P.l}{8};$$
$$x = 0{,}25\ l.$$

Относительно другихъ случаевъ нагрузки указываемъ на статику.

На практикѣ очень рѣдко встрѣчаются желѣзо-бетонныя балки или плиты, совершенно свободно лежащія на двухъ опорахъ. Обыкновенно бываютъ болѣе или менѣе тѣсно связаны плиты съ балками и балки съ поддерживающими прогонами или отдѣльными подпорами.

Но балки и плиты также не могутъ считаться совершенно задѣланными у опоръ, почему на практикѣ часто предполагается полузадѣланное состояніе ихъ и, соотвѣтственно этому, изгибающій моментъ принимается меньшимъ, чѣмъ при свободно на опорахъ лежащихъ балкахъ или плитахъ, а именно въ серединѣ пролета въ $\frac{pl^2}{10}$, относительно $\frac{P.l}{5}$, вмѣсто $\frac{pl^2}{8}$, относительно $\frac{P.l}{4}$. Въ подобномъ смыслѣ уменьшается отрицательный моментъ у опоръ, который принимается въ разсчетъ величиной въ $-\frac{P.l^2}{8}$ относительно $-\frac{P.l}{5}$, вмѣсто 0.

Неразрѣзныя балки и плиты. Если балки или плиты проходятъ черезъ нѣсколько пролетовъ, то онѣ разсчитываются, какъ неразрѣзныя балки или плиты, хотя видъ опоръ обыкновенно не вполнѣ соотвѣтствуетъ статическимъ условіямъ.

Относительно опредѣленія изгибающихъ моментовъ и поперечныхъ силъ для различныхъ родовъ нагрузки и пролетовъ различной длины указываемъ на статику. Въ слѣдующей таблицѣ № 1, составленной Winkler'омъ, показаны изгибающіе моменты, поперечныя силы и опорныя давленія только для неразрѣзныхъ балокъ равныхъ пролетовъ съ опорами одинаковой высоты и равномѣрно распредѣленной нагрузкой.

Въ таблицѣ № 1 составлены моменты, поперечныя силы и опорныя давленія для неразрѣзныхъ балокъ, проходящихъ черезъ 2, 3 и 4 пролета. Если число пролетовъ больше 4, то оказывается достаточнымъ, приблизительно разсчитать крайніе пролеты по первому, а остальные по второму пролету неразрѣзной балки въ четыре пролета.

№ 1.

Таблица моментовъ, поперечныхъ силъ и опорныхъ давленій неразрѣзныхъ балокъ въ 2, 3 и 4 пролета равной величины при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ.

Означаютъ:

- l — величину пролета въ m;
- x — разстояніе поперечнаго сѣченія отъ лѣвой опоры въ m;
- g — собственный вѣсъ въ kg на 1 пог. метръ;
- p — временную нагрузку въ kg на 1 пог. метръ;
- k — табличный коэффиціентъ;
- M_g — моментъ собственнаго вѣса;
- M_p — моментъ временной нагрузки;
- Q — поперечную силу.

$M_g = \pm k.g.l^2.100\,kgcm$; $Q_g = \pm k.g.l\,kg$; $M_p = \pm k.p.l^2.100\,kgcm$; $Q = \pm k.p.l\,kg$

a. 2 пролета (3 опоры: A, B и C).

$\frac{x}{l}$	Поперечная сила			$\frac{x}{l}$	Моментъ		
	Вліяніе g	Вліяніе p			Вліяніе g	Вліяніе p	
	Q_g	Q_{max}	Q_{min}		M_g	M_{min}	M_{max}
		+	—			—	+
0	+0,375	0,4375	0,0625	0	0	0	0
0,1	+0,275	0,3437	0,0687	0,1	+0,0325	0,00625	0,03875
0,2	+0,175	0,2624	0,0874	0,2	+0,0550	0,01250	0,06750
0,3	+0,075	0,1932	0,1182	0,3	+0,0675	0,01875	0,08625
0,375	0	0,1491	0,1491	0,4	+0,0700	0,02500	0,09500
0,4	—0,025	0,1359	0,1609	0,5	+0,0625	0,03125	0,09375
0,5	—0,125	0,0898	0,2148	0,6	+0,0450	0,03750	0,08250
0,6	—0,225	0,0544	0,2794	0,7	+0,0175	0,04375	0,06125
0,7	—0,325	0,0287	0,3537	0,75	0	0,04688	0,04688
0,8	—0,425	0,0119	0,4369	0,8	—0,0200	0,05000	0,03000
0,9	—0,525	0,0027	0,5277	0,85	—0,0425	0,05773	0,01523
1	—0,525	0	0,6250	0,9	—0,0675	0,07361	0,00611
				0,95	—0,0950	0,09638	0,00138
				1	—0,1250	0,12500	0
	g.l.	p.l.	p.l.		$g.l^2.100$	$p.l^2.100$	$p.l^2.100$

Опорныя давленія: $A_{max} = C_{max} = 0{,}3750\, g.l + 0{,}4375\, pl$

$B_{max} = 1{,}25\,(g + p).l$

b. 3 пролета (4 опоры A, B, C и D).

$\frac{X}{l}$	Поперечная сила.		
	Вліяніе g	Вліяніе p	
	Q_g	Q_{max}	Q_{min}
I пролетъ		+	—
0	+0,4	0,4500	0,0500
0,1	+0,3	0,3560	0,0563
0,2	+0,2	0,2752	0,0752
0,3	+0,1	0,2065	0,1065
0,4	0	0,1496	0,1496
0,5	—0,1	0,1042	0,2042
0,6	—0,2	0,0694	0,2694
0,7	—0,3	0,0443	0,3443
0,8	—0,4	0,0280	0,4280
0,9	—0,5	0,0193	0,5191
1	—0,6	0,0167	0,6167
II пролетъ		+	—
0	0,5	0,5833	0,0833
0,1	0,4	0,4870	0,0870
0,2	0,3	0,3991	0,0991
0,3	0,2	0,3210	0,1210
0,4	0,1	0,2537	0,1537
0,5	0	0,1979	0,1979
	g.l	p.l	p.l

$\frac{X}{l}$	Моментъ.		
	Вліяніе g	Вліяніе p	
	M_g	M_{min}	M_{max}
I пролетъ		—	+
0	0	0	0
0,1	+0,035	0,005	0,040
0,2	+0,060	0,010	0,070
0,3	+0,075	0,015	0,090
0,4	+0,080	0,020	0,100
0,5	+0,075	0,025	0,100
0,6	+0,060	0,030	0,090
0,7	+0,035	0,035	0,070
0,7895	+0,00414	0,03948	0,04362
0,8	0	0,04022	0,04022
0,85	—0,02125	0,04898	0,02773
0,9	—0,04500	0,06542	0,02042
0,95	—0,07125	0,08831	0,01706
1	—1,00000	0,11667	0,01667
II пролетъ		—	+
0	—0,10000	0,11667	0,01667
0,05	—0,07625	0,99033	0,01408
0,1	—0,05500	0,06248	0,00748
0,15	—0,03625	0,05678	0,02053
0,2	—0,02	0,050	0,030
0,2764	0	0,050	0,050
0,3	+0,005	0,050	0,055
0,4	+0,020	0,050	0,070
0,5	+0,025	0,050	0,075
	$gl^2.100$	$pl^2.100$	$pl^2.100$

Опорныя давленія: $A_{max} = D_{max} = 0{,}40\,gl + 0{,}45\,pl;$

$B_{max} = C_{max} = 1{,}1\,gl + 1{,}2\,pl.$

c. 4 пролета (5 опоръ A, B, C, D и E).

$\frac{x}{l}$	Поперечная сила.		
	Вліяніе g	Вліяніе p	
	Q_g	Q_{max}	Q_{min}
I пролетъ		+	—
0	+0,3929	0,4464	0,0535
0,1	+0,2929	0,3528	0,0599
0,2	+0,1929	0,2717	0,0788
0,3	+0,0929	0,2029	0,1101
0,3929	0	0,1498	0,1498
0,4	—0,0071	0,1461	0,1533
0,5	—0,1071	0,1007	0,2079
0,6	—0,2071	0,0660	0,2731
0,7	—0,3071	0,0410	0,3481
0,8	—0,4071	0,0247	0,4319
0,9	—0,5071	0,0160	0,5231
1	—0,6071	0,0134	0,6205
II пролетъ		+	—
0	+0,5357	0,6027	0,0670
0,1	+0,4357	0,5064	0,0707
0,2	+0,3357	0,4187	0,0830
0,3	+0,2357	0,3410	0,1153
0,4	+0,1357	0,2742	0,1385
0,5	+0,0357	0,2190	0,1833
0,5357	0	0,2028	0,2028
0,6	—0,0643	0,1755	0,2398
0,7	—0,1643	0,1435	0,3078
0,8	—0,2643	0,1222	0,3865
0,9	—0,3643	0,1106	0,4749
1	—0,4643	0,1071	0,5714
	g.l	p.l	p.l

$\frac{x}{l}$	Моментъ.		
	Вліяніе g	Вліяніе p	
	M_g	M_{min}	M_{max}
I пролетъ	+	—	+
0	0	0	0
0,1	+0,03429	0,00536	0,03964
0,2	+0,05857	0,01071	0,06929
0,3	+0,07286	0,01607	0,08893
0,4	+0,07714	0,02143	0,09857
0,5	+0,07143	0,02679	0,09822
0,6	+0,05572	0,03214	0,08786
0,7	+0,03000	0,03750	0,06750
0,7857	0	0,04209	0,04209
0,7887	—0,00117	0,04225	0,04108
0,8	—0,00571	0,04309	0,03738
0,85	—0,02732	0,05216	0,02484
0,9	—0,05143	0,06772	0,01629
0,95	—0,07803	0,09197	0,01393
1	—0,10714	0,12054	0,01340
II пролетъ		—	+
0	—0,10714	0,12054	0,01340
0,05	—0,08160	0,09323	0,01163
0,1	—0,05857	0,07212	0,01455
0,15	—0,03803	0,06340	0,02537
0,2	—0,02000	0,05000	0,03000
0,2661	0	0,04882	0,04882
0,3	+0,00857	0,04821	0,05678
0,4	+0,02714	0,04643	0,07357
0,5	+0,03572	0,04464	0,08036
0,6	+0,03429	0,04286	0,07715
0,7	+0,02286	0,04107	0,06293
0,7896	+0,00416	0,03947	0,04363
0,8	+0,00143	0,04027	0,04170
0,8053	0	0,04092	0,04992
0,85	—0,01303	0,04754	0,03451
0,9	—0,03000	0,06105	0,03105
0,95	—0,04947	0,08120	0,03173
1	—0,07143	0,10714	0,03571
	gl².100	pl².100	pl².100

Опорныя давленія: $A_{max} = E_{max} = 0{,}3929\, gl + 0{,}4464\, pl;$

$B_{max} = D_{max} = 1{,}1428\, gl + 1{,}2232\, pl;$

$C_{max} = 0{,}9286\, gl + 1{,}1428\, pl.$

Если временная нагрузка постоянная, равномѣрно распредѣленная по всѣмъ пролетамъ, то приходится пользоваться табличными коэффиціентами для поперечной силы Q_g и момента M_g, происходящихъ отъ вліянія собственнаго вѣса, такъ что получаютъ $Q = (g + p).l$ и $M = (g + p).l^2\ 100$.

Плиты, свободно лежащія или задѣланныя на всѣхъ сторонахъ. Плиты обыкновенно разсчитываются при предположеніи, что онѣ поддержаны по направленію меньшаго размѣра, и, поэтому, разсчетъ производится для этого пролета и, въ большинствѣ случаевъ, для ширины въ 1 m.

Если при прямоугольныхъ плитахъ съ опорами со всѣхъ сторонъ желѣзная арматура обладаетъ стержнями сопротивленія по обоимъ направленіямъ прямоугольника, то каждая группа стержней воспринимаетъ часть нагрузки. Разсчетъ такихъ плитъ можетъ производиться на основаніи меньшихъ моментовъ, чѣмъ разсчетъ обыкновенныхъ плитъ. Точное распредѣленіе нагрузки по обоимъ направленіямъ плиты до сихъ поръ еще неизвѣстно и, поэтому, приходится довольствоваться приблизительнымъ опредѣленіемъ изгибающихъ моментовъ. Понятно, что вліяніе арматуры изъ перекрестныхъ стержней сопротивленія на размѣры плиты тѣмъ значительнѣе, чѣмъ болѣе форма ея приближается квадрату.

Если означаютъ:

l_1 — длинную сторону прямоугольной плиты;

l_2 — короткую сторону прямоугольной плиты;

p — цѣлую нагрузку въ kg/m²;

p_1 — часть нагрузки по направленію l_1 въ kg/m²;

p_2 — часть нагрузки по направленію l_2 въ kg/m²;

то принимаютъ, что

$$p_1 l_1^4 = p_2 l_2^4$$

и такъ какъ

$$p_1 + p_2 = p$$

то получаютъ изъ обоихъ уравненій

$$p_1 = p \cdot \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4}$$

$$p_2 = p \cdot \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4}$$

При помощи этихъ уравненій получаются для плитъ, свободно лежащихъ на опорахъ, слѣдующіе приблизительные моменты

$$M_1 = \frac{p_1 l_1^2}{8} = \frac{p \cdot l_1^2}{8} \cdot \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4}$$

$$M_2 = \frac{p_2 l_2^2}{8} = \frac{p \cdot l_2^2}{8} \cdot \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4}.$$

Такъ какъ $l_2 < l_1$, то слѣдуетъ изъ ур. $p_1 l_1^4 = p_2 l_2^4$, что $p_2 > p_1$ и обыкновенно также $M_2 > M_1$.

При квадратной плитѣ $p_1 = p_2 = \frac{p}{2}$.

Если $l_1 > 2 l_2$, то перекрестная арматура не обнаруживаетъ замѣтнаго вліянія на величину момента M_2 и плита разсчитывается, какъ упирающаяся въ двѣ опоры.

Примѣръ. Если $l_1 = 5$ m; $l_2 = 4_m$; $p = 1000$ kg/m², то получается;

$$p_1 = p \cdot \frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4} = 1000 . \frac{4^4}{4^4 + 5^4} = 290 \text{ kg/m}^2;$$

$$p_2 = p \cdot \frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4} = 1000 . \frac{5^4}{4^4 + 5^4} = 710 \text{ kg/m}^2;$$

$$M_1 = \frac{p_1 . l_1^2}{8} . 100 = \frac{290 \;.\; 5^2}{8} \;.\; 100 = 90000 \text{ cmkg};$$

$$M_2 = \frac{p_2 . l^2}{8} \;.\; 100 = \frac{710 \;.\; 4^2}{8} . 100 = 142000 \text{ cmkg}.$$

Такъ какъ $M_2 > M_1$, то плита разсчитывается на основаніи момента M_2.

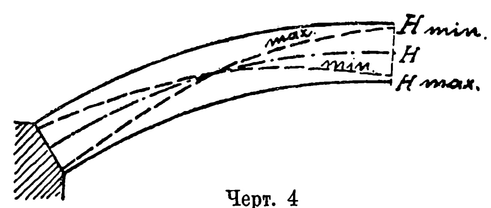
Если плита на всѣхъ четырехъ сторонахъ совершенно задѣлана или полузадѣлана, то замѣняютъ моменты $\frac{p_1 l_1^2}{8}$ и $\frac{p_2 l_2^2}{8}$ соотвѣтствующими въ предыдущемъ указанными значеніями.

Въ слѣдующей таблицѣ составлены значенія коэффиціентовъ $\frac{l_1^4}{l_1^4 + l_2^4}$ и $\frac{l_2^4}{l_1^4 + l_2^4}$ для наиболѣе употребительныхъ отношеній сторонъ прямоугольныхъ плитъ.

$\frac{l_1}{l_2}$	$\frac{l_1^4}{l_1^4+l_2^4}$	$\frac{l_2^4}{l_1^4+l_2^4}$	$\frac{l_1}{l_2}$	$\frac{l_1^4}{l_1^4+l_2^4}$	$\frac{l_2^4}{l_1^4+l_2^4}$
1,0	0,500	0,500	1,6	0,867	0,133
1,1	0,592	0,408	1,7	0,892	0,108
1,2	0,675	0,325	1,8	0,912	0,088
1,3	0,740	0,260	1,9	0,929	0,071
1,4	0,798	0,202	2,0	0,941	0,059
1,5	0,835	0,165			

Своды. Форма и нерѣдко также размѣры сводовъ въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ обыкновенно опредѣляются, независимо отъ статическихъ условій, на основаніи практическихъ и художественныхъ соображеній.

Если форма и размѣры свода извѣстны, то приходится изслѣдовать устойчивость его. Это производятъ удобнѣе всего графическимъ способомъ, начерчивая для постоянной нагрузки среднюю кривую и кривую наименьшихъ и наибольшихъ давленій. При плоскихъ сводахъ точка соприкосновенія наименьшихъ давленій съ внѣшней выпоклостью свода обыкновенно попадаетъ въ ключевой шовъ, а съ внутренней поверхностью — въ пятовой шовъ. При кривой наибольшихъ давленій положеніе точекъ соприкосновенія обратное (черт. 4). *)



Черт. 4

При непостоянной нагрузкѣ необходимо, производить изслѣдованіе два раза, а именно: для собственнаго вѣса и полной временной нагрузки и для собственнаго вѣса и только односторонней временной нагрузки. Во всѣхъ случаяхъ кривая давленій не должна выходить изъ поперечнаго сѣченія свода.

Если форма и размѣры свода даны и положеніе кривой давленій опредѣлено, то будутъ извѣстны величина, направленіе и точка приложенія дѣйствующей въ каждомъ сѣченіи силы. Для сводовъ гражданскихъ построекъ оказывается достаточнымъ изслѣдованіе величины напряженій въ ключевомъ и пятовомъ сѣченіяхъ и еще въ томъ сѣченіи, гдѣ кривая давленій дальше всего выходитъ изъ предѣловъ ядра сѣченія, если это вообще случается.

Приведемъ еще извлеченіе изъ постановленій прусскаго министерства отъ 24 Мая 1907 для опредѣленія внѣшнихъ силъ для разсчета желѣзо-бетонныхъ сооруженій.

Собственный вѣсъ.

1. Вѣсъ одного кубическаго метра бетона, включая вѣсъ желѣзной арматуры, принимается въ 2400 kg., если не доказывается другой вѣсъ.

Опредѣленіе внѣшнихъ силъ.

1. При частяхъ зданій, подвергающихся изгибу, опредѣляются изгибающіе моменты и опорныя сопротивленія, смотря по роду нагрузки и устройству опоръ на основаніи правилъ для свободно лежащихъ или неразрѣзныхъ балокъ.

2. При свободно лежащихъ плитахъ принимается въ разсчетъ свободная длина, сложенная на толщину ихъ, а при неразрѣзныхъ плитахъ разстояніе отъ середины до середины опоръ.

*) Обозначеніе кривыхъ давленій на черт. 4 должно быть обратное.

3. При плитахъ и балкахъ, проходящихъ черезъ нѣсколько пролетовъ изгибающій моментъ вь серединѣ пролета можетъ быть принимаемъ въ $^4/_5$ того значенія, которое получилось бы при плитѣ, свободно лежащей на двухъ опорахъ, если дѣйствительно имѣющіеся моменты и опорныя сопротивленія не опредѣлены разсчетомъ на основаніи правилъ для неразрѣзныхъ балокъ, свободно лежащихъ на промежуточныхъ и крайнихъ опорахъ; отрицательный моментъ принимается равнымъ моменту въ серединѣ пролета балокъ, свободно лежащихъ на двухъ опорахъ. (Для равномѣрно распредѣленной нагрузки получается въ виду этого $M = +\frac{p\,l^2}{10}$ и $-\frac{p\,l^2}{8}$). Балки могутъ быть разсматриваемы какъ неразрѣзныя только въ такомъ случаѣ, если онѣ упираются въ неподвижныя опоры, находящіяся въ одномъ уровнѣ, или въ желѣзо-бетонныя балки. При расположеніи желѣзной арматуры во всякомъ случаѣ слѣдуетъ принимать во вниманіе возможность возниканія отрицательныхъ моментовъ.

При балкахъ можетъ быть принимаемъ во вниманіе моментъ, происходящій отъ задѣлки концовъ ихъ, только тогда, когда доказано, что надежная задѣлка обезпечена особыми приспособленіями.

5) При разсчетѣ должно быть предположено, что связь между плитами или балками простирается только на не больше, чѣмъ на три пролета.

При временной нагрузкѣ выше 1000 kg/m² разсчетъ долженъ производиться при предположеніи наиневыгоднѣйшаго положенія нагрузки.

6) При ребристыхъ плитахъ ширина плитообразной части, считая съ середины ребра, должна быть принимаема не больше $^1/_6$ длины ребра.

7) Плиты съ перекрестными стержнями сопротивленія, поддержанныя со всѣхъ сторонъ, при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ могутъ разсчитываться по формулѣ $M = \frac{pb^2}{12}$, если длина a ихъ м ньше $1^1/_2$ ширины b. Для сопротивленія отрицательнымъ моментамъ у опоръ слѣдуетъ принимать мѣры соотвѣтственнымъ устройствомъ и расположеніемъ стержней.

8) Получаемая при разсчетѣ толщина плитъ и плитообразныхъ частей ребристыхъ плитъ всегда должна увеличиваться до 8 cm.

9) При подпорахъ должна быть принимаема во вниманіе возможность односторонней нагрузки.

C. *Разсчетъ плитъ и балокъ.* a. Разсчетъ желѣзо-бетонныхъ плитъ и балокъ съ простой арматурой. α. *Опредѣленіе наибольшихъ изгибающихъ напряженій.* При допускаемомъ сжимающемъ напряженіи бетона въ 40 kg/cm² и допускаемомъ растягивающемъ напряженіи желѣза въ 1000 kg/cm² рекомендуется принимать поперечное сѣченіе желѣзной арматуры приблизительно въ 0,75% цѣлаго поперечнаго сѣченія плиты или балки. При бо́льшемъ поперечномъ сѣченіи желѣзной арматуры не достигается экономическое использованіе сопротивленія желѣза и наступленіе излома плиты происходитъ отъ преодолѣнія сопротивленія бетона сжатію въ сжатой части плиты. Во всякомъ случаѣ съ увеличивающимся содержаніемъ желѣза уменьшаются напряженія въ послѣднемъ и увеличиваются напряженія въ бетонѣ.

Въ слѣдующемъ и во всѣхъ остальныхъ разсчетахъ означается буквой:

M — изгибающій моментъ, дѣйствующій на плиту;

D — цѣлая сжимающая сила, дѣйствующая въ верхней сжатой части плиты;

Z — цѣлая растягивающая сила, дѣйствующая въ желѣзной арматурѣ;

F_b — поперечное сѣченіе бетона;

F_e — поперечное сѣченіе желѣзной арматуры.

Всѣ эти 5 величинъ относятся къ ширинѣ b плиты.

h — цѣлая высота;

a — разстояніе центра тяжести желѣзной арматуры отъ наиболѣе близкой грани плиты;

σ_b — наибольшее сжимающее краевое напряженіе въ бетонѣ;

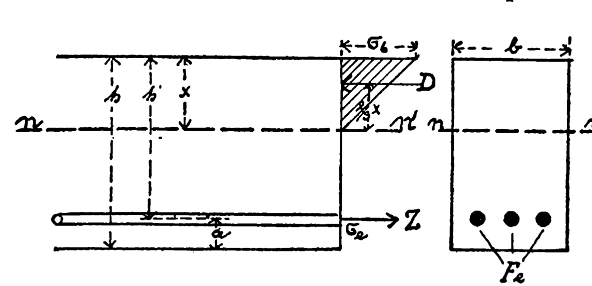
σ_e — наибольшее растягивающее напряженіе въ желѣзѣ;

n — значеніе $\frac{E_e}{E_b} = 15$

nn^1 — нейтральная ось.

Въ предыдущемъ выведенное уравненіе 5 представляетъ основную формулу для разсчета (черт. 5 и 5а); она гласитъ

Черт. 5. Черт. 5а



$$5.\quad n\frac{\sigma_b}{\sigma_e} = \frac{x}{h' - x}$$

Изъ этой формулы слѣдуютъ

$$6.\quad \sigma_b = \frac{\sigma_e}{n} \cdot \frac{x}{h' - x}$$

$$7.\quad \sigma_e = n \cdot \sigma_b \frac{h' - x}{x}$$

Изъ этихъ формулъ будетъ ясно, что для разсчета напряженій σ_b и σ_e необходимо опредѣлить разстояніе x нейтральной оси отъ верхней грани плиты.

Въ виду чертежей 5 и 5а получаются слѣдующія отношенія:

$$8.\quad Z = D;\quad 9.\quad M = D \cdot \left(h' - \frac{x}{3}\right);\quad 10.\quad Z = \sigma_e \cdot F_e;\ 11.\quad D = \sigma_b \cdot \frac{x \cdot b}{2}$$

Изъ ур. 8, 10 и 11 получаютъ

$$\sigma_b \frac{x \cdot b}{2} = \sigma_e \cdot F_e;$$

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot \sigma_e \cdot F_e}{b \cdot x}$$

Подставимъ найденное для σ_b значеніе въ ур. 6, то слѣдуетъ

$$\frac{2 \cdot \sigma_e \cdot F_e}{b \cdot x} = \frac{\sigma_e}{n} \cdot \frac{x}{h' - x}$$

и изъ этого

$$12.\quad x = \frac{n \cdot F_e}{b} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2\, b \cdot h'}{n \cdot F_e}} - 1\right)$$

При $h^1 = h - a$ будетъ

$$12a.\quad x = \frac{n \cdot F_e}{b} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2\, b \cdot (h-a)}{n \cdot F_e}} - 1\right)$$

Напряженіе σ_b опредѣляется слѣдующимъ образомъ. Изъ ур. 11 и 9 получаютъ

$$11.\quad \sigma_b = \frac{2D}{b \cdot x} \text{ и } D = \frac{M}{h' - \frac{x}{3}}$$

Подставимъ значеніе D въ уравненіе для σ_b, то будетъ

$$13.\quad \sigma_b = \frac{2M}{b.x.\left(h' - \frac{x}{3}\right)}$$

и при $h^1 = h - a$

$$13a.\quad \sigma_b = \frac{2M}{b.x.\left(h - a - \frac{x}{3}\right)}.$$

Подобнымъ образомъ разсчитывается напряженіе σ_e.

По ур. 8 и 10 будетъ

$$\sigma_e = \frac{Z}{F_e} = \frac{D}{F_e}$$

и изъ этого съ значеніемъ D изъ предыдущаго уравненія

$$14. \quad \sigma_e = \frac{M}{F_e \cdot \left(h' - \frac{x}{3}\right)};$$

$$14a. \quad \sigma_e = \frac{M}{F_e \cdot \left(h - a - \frac{x}{3}\right)}.$$

Преобразованіемъ формулъ 13 и 14 получаютъ

$$13b. \quad \sigma_b = \frac{M.x}{{}^1/_3\, x^3.b + (h'-x)^2.n.F_e} = \frac{M.x}{J_n};$$

$$\sigma_e = \frac{M.(h'-x)}{{}^1/_3\, x^3.b + (h'-x)^2.n.F_e} = \frac{M.(h'-x)}{J_n}$$

Въ этихъ формулахъ J_n представляетъ моментъ инерціи полезнаго поперечнаго сѣченія плиты относительно нейтральной оси.

Изъ этого слѣдуетъ весьма важный фактъ, что также при желѣзо-бетонныхъ тѣлахъ общая формула для изгиба дѣйствительна.

Примѣръ. Требуется, опредѣлить напряженія σ_b и σ_e въ плитѣ разсчетной длиной $l = 2{,}1$ m, шириной $b = 1$ m и толщиной $h = 10$ cm. Желѣзная арматура имѣетъ поперечное сѣченіе $F_e = 5\,cm^2$ на 1 m ширины и разстояніе $a = 1{,}5$ cm отъ нижней грани плиты. Цѣлая нагрузка плиты составляетъ $q = 590\ kg/m^2$.

Тогда получается

$$M = \frac{q.l^2}{8} = \frac{590.2{,}1^2}{8}.100 = 32500\ kgcm.$$

По ур. 12a $$x = \frac{n.F_e}{b}\left(\sqrt{1 + \frac{2.b.(h-a)}{n.F_e}} - 1\right) = \frac{15.5}{100}.\left(\sqrt{1 + \frac{(2.100.(10-1{,}5)}{15.5}} - 1\right) = 2{,}9\ cm$$

По ур. 13a $$\sigma_b = \frac{2.M}{b.x.\left(h - a - \frac{x}{3}\right)} = \frac{2.32500}{100.2{,}9.\left(10 - 1{,}5 - \frac{2{,}9}{3}\right)} = \sim 30\ kg/cm^2.$$

По ур. 14a $$\sigma_e = \frac{M}{F_e\left(h - a - \frac{x}{3}\right)} = \frac{32500}{5.\left(10 - 1{,}5 - \frac{2{,}9}{3}\right)} = 862\ kg/cm^2.$$

Если въ предыдущемъ примѣрѣ принимается $n = \frac{E_e}{E_b} = 10$, то получается

$$\sigma_b = 34{,}4\ kg/cm^2 \text{ и } \sigma_e = 845{,}6\ kg/cm^2.$$

Сравненіе результатовъ, полученныхъ при предположеніи $n = 15$ и $n = 10$, показываетъ, что значеніе n не имѣетъ особенно замѣчательнаго для практики вліянія на разсчетъ наибольшихъ напряженій.

Если въ ур. 12 множитель $\frac{n.F_e}{b}$ внѣ скобки помножается и дѣлится на h', то оно переходитъ въ

$$x = \frac{n.F_e.h'}{b.h'} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2b.h'}{n.F_e}} - 1\right)$$

Для отношенія поперечнаго сѣченія F_e желѣзной арматуры плиты шириною b къ поперечному сѣченію bh' послѣдней можно ввести въ предыдущее уравненіе значеніе μ.

Тогда

$$\frac{F_e}{b.h'} = \mu$$

и уравненіе принимаетъ при $n = 15$ слѣдующій видъ:

$$x = 15.\mu.h' \left(\sqrt{1 + \frac{2}{15.\mu}} - 1 \right).$$

Изъ этого уравненія слѣдуетъ, что при данномъ значеніи μ получается

$$x = \alpha.h',$$

гдѣ α представляетъ числовой коэффиціентъ.

Если подставляемъ значеніе x въ ур. 13 и 14, то они переходятъ въ

$$\sigma_b = \beta.\frac{M}{b.h'^2} \text{ и } \sigma_e = \gamma.\frac{M}{b.h'^2},$$

гдѣ β и γ означаютъ числовые коэффиціенты.

На основаніе этихъ трехъ послѣднихъ уравненій разсчитана слѣдующая таблица

№ 2.

***Таблица для опредѣленія напряженій σ_b и σ_e въ желѣзо-бетонныхъ плитахъ и балкахъ съ простой арматурой при данномъ моментѣ.**

μ	x	σ_b	σ_e
1% = 0,01	0,418 h'	$5{,}559.\frac{M}{b.h'^2}$	$20{,}9\,\sigma_b = 116.\frac{M}{b.h'^2}$
0,95% = 0,0095	0,410 h'	$5{,}650.\frac{M}{b.h'^2}$	$21{,}6\,\sigma_b = 122.\frac{M}{b.h'^2}$
0,90% = 0,0090	0,402 h'	$5{,}747.\frac{M}{b.h'^2}$	$22{,}3\,\sigma_b = 128.\frac{M}{b.h'^2}$
0,85% = 0,0085	0,398 h'	$5{,}852.\frac{M}{b.h'^2}$	$23{,}1\,\sigma_b = 135.\frac{M}{b.h'^2}$
0,80% = 0,0080	0,384 h'	$5{,}968.\frac{M}{b.h'^2}$	$24{,}0\,\sigma_b = 143.\frac{M}{b.h'^2}$
0,75% = 0,0075	0,375 h'	$6{,}096.\frac{M}{b.h'^2}$	$25{,}0\,\sigma_b = 152.\frac{M}{b.h'^2}$
0,70% = 0,0070	0,365 h'	$6{,}236.\frac{M}{b.h'^2}$	$26{,}1\,\sigma_b = 163.\frac{M}{b.h'^2}$
0,65% = 0,0065	0,355 h'	$6{,}394.\frac{M}{b.h'^2}$	$27{,}2\,\sigma_b = 174.\frac{M}{b.h'^2}$
0,60% = 0,0060	0,344 h'	$6{,}572.\frac{M}{b.h'^2}$	$28{,}6\,\sigma_b = 188.\frac{M}{b.h'^2}$
0,55% = 0,0055	0,332 h'	$6{,}774.\frac{M}{b.h'^2}$	$30{,}2\,\sigma_b = 204.\frac{M}{b.h'^2}$
0,50% = 0,0050	0,320 h'	$7{,}006.\frac{M}{b.h'^2}$	$32{,}0\,\sigma_b = 224.\frac{M}{b.h'^2}$
0,45% = 0,0045	0,306 h'	$7{,}278.\frac{M}{b.h'^2}$	$34{,}0\,\sigma_b = 247.\frac{M}{b.h'^2}$
0,40% = 0,0040	0,292 h'	$7{,}597.\frac{M}{b.h'^2}$	$36{,}4\,\sigma_b = 277.\frac{M}{b.h'^2}$
0,35% = 0,0035	0,276 h'	$7{,}985.\frac{M}{b.h'^2}$	$39{,}4\,\sigma_b = 315.\frac{M}{b.h'^2}$
0,30% = 0,0030	0,258 h'	$8{,}471.\frac{M}{b.h'^2}$	$43{,}1\,\sigma_b = 365.\frac{M}{b.h'^2}$
0,25% = 0,0025	0,239 h'	$9{,}096.\frac{M}{b.h'^2}$	$47{,}8\,\sigma_b = 435.\frac{M}{b.h'^2}$
0,20% = 0,0020	0,217 h'	$9{,}945.\frac{M}{b.h'^2}$	$54{,}2\,\sigma_b = 539.\frac{M}{b.h'^2}$

*) Mörsch: „Der Eisenbetonbau."

Примѣръ для пользованія таблицей № 2. Пусть $M = 65000$ cmkg, $h' = 10$ cm, $b = 100$ cm и $F_e = 8$ cm². Тогда $\mu = 0{,}008 = 0{,}80\,\%$ и изъ таблицы № 2 получается

$$x = 0{,}384 . h' = 0{,}384 . 10 = 3{,}84 \text{ cm}$$

$$\sigma_b = 5{,}968 . \frac{M}{b . h'^1} = 5{,}968 . \frac{65000}{100.100} = \sim 39 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_e = 24 . \sigma_b = 24.39 = 936 \text{ kg/cm}^2$$

β. *Опредѣленіе размѣровъ.* Изъ ур. 5.

$$n . \frac{\sigma_b}{\sigma_e} = \frac{x}{h' - x}$$

получается

$$15. \quad x = \frac{n . \sigma_b}{\sigma_e + n . \sigma_b} \cdot h'$$

Изгибающій моментъ для ширины b изъ ур. 13.

$$M = \frac{\sigma_b . x . b}{2} . \left\{ h' - \frac{x}{3} \right\}$$

Если подставляютъ значеніе x изъ ур. 15 въ предыдущее, то

$$M = \frac{b . h' . \sigma_b^2 . n}{2\,(\sigma_e + n . \sigma_b)} . \left\{ h' - \frac{h' . \sigma_b . n}{3 . (\sigma_e + n . \sigma_b)} \right\}$$

Изъ этого уравненія получается

$$16. \quad h' = h - a = \frac{\sigma_e + n . \sigma_b}{\sigma_b} . \sqrt{\frac{6\,M}{n . b\,(3\,\sigma_e + 2n . \sigma_b)}} .$$

Поперечное сѣченіе желѣзной арматуры для ширины b получается изъ ур. 10 и 11.

$$F_e = \frac{\sigma_b . x . b}{2\,\sigma_e}$$

и съ значеніемъ x изъ ур. 15

$$17. \quad F_e = \frac{b . h' . \sigma_b^2 . n}{2\,\sigma_e . (\sigma_e + n . \sigma_b)} .$$

Въ эту формулу подставляется значеніе h' изъ ур. 16.

Если принимаютъ $\sigma_b = 40$ kg|cm², $\sigma_e = 1000$ kg/cm², $b = 100$ cm и $n = 15$, то для разсчета размѣровъ плитъ и желѣзной арматуры ихъ получаютъ слѣдующія формулы:

$$h' = h - a = 0{,}0390 . \sqrt{M};$$

$$F_e = 0{,}0293 . \sqrt{M}.$$

Въ виду этого, при использованіи допускаемыхъ напряженій для бетона и желѣза ($\sigma_b = 40$kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm², имѣется между F_e и h' слѣдующее отношеніе:

$$18. \quad F_e = \frac{0{,}0293 . \sqrt{M}}{0{,}0390 . \sqrt{M}} h' = 0{,}75\ h'.$$

Если это отношеніе превосходится, то сопротивленіе желѣза не можетъ использоваться, потому что въ другомъ случаѣ усиліе бетона слишкомъ увеличилось бы.

Указанному въ ур. 18 отношенію соотвѣтствуетъ поперечное сѣченіе желѣзной арматуры въ $0{,}75\,\%$ цѣлаго поперечнаго сѣченія $(b . h')$ плиты.

Помощью ур. 15, при опредѣленныхъ σ_b и σ_e, можно выражать разстояніе x черезъ h'.

Если, напр., $\sigma_b = 40$ kg/cm², $\sigma_e = 1000$ kg/cm² и $n = 15$, то изъ ур. 15 получается

$$x = \frac{n . \sigma_b}{\sigma_e + n . \sigma_b} \cdot h' = \frac{15 . 40}{1000 + 15 . 40} h' = {}^3/_8\, h'$$

На основаніи предыдущихъ уравненій разсчитана слѣдующая таблица № 3.

№ 3.

***)Таблица для опредѣленія h', F_e, x и $h'-\frac{x}{3}$ для желѣзо-бетонныхъ плитъ и балокъ при данномъ изгибающемъ моментѣ M и опредѣленныхъ напряженіяхъ σ_b и σ_e.**

σ_b	σ_e	$h'=h-a$	F_e	x	$h'-\frac{x}{3}=h-a-\frac{x}{3}$
30	750	$0{,}0451.\sqrt{M}$	$0{,}0338.\sqrt{M}$	$0{,}375\ h'$	$0{,}875\ h'$
35	750	$0{,}0401.\sqrt{M}$	$0{,}0385.\sqrt{M}$	$0{,}412\ h'$	$0{,}863\ h'$
40	750	$0{,}0363.\sqrt{M}$	$0{,}0430.\sqrt{M}$	$0{,}444\ h'$	$0{,}852\ h'$
45	750	$0{,}0334.\sqrt{M}$	$0{,}0474.\sqrt{M}$	$0{,}474\ h'$	$0{,}842\ h'$
50	750	$0{,}0310.\sqrt{M}$	$0{,}0517.\sqrt{M}$	$0{,}500\ h'$	$0{,}833\ h'$
30	800	$0{,}0459.\sqrt{M}$	$0{,}0309.\sqrt{M}$	$0{,}360\ h'$	$0{,}880\ h'$
35	800	$0{,}0408.\sqrt{M}$	$0{,}0353.\sqrt{M}$	$0{,}396\ h'$	$0{,}868\ h'$
40	800	$0{,}0367.\sqrt{M}$	$0{,}0397.\sqrt{M}$	$0{,}429\ h'$	$0{,}857\ h'$
45	800	$0{,}0339.\sqrt{M}$	$0{,}0436.\sqrt{M}$	$0{,}458\ h'$	$0{,}843\ h'$
50	800	$0{,}0314.\sqrt{M}$	$0{,}0475.\sqrt{M}$	$0{,}484\ h'$	$0{,}839\ h'$
30	900	$0{,}0474.\sqrt{M}$	$0{,}0264.\sqrt{M}$	$0{,}333\ h'$	$0{,}889\ h'$
35	900	$0{,}0420.\sqrt{M}$	$0{,}0301.\sqrt{M}$	$0{,}368\ h'$	$0{,}877\ h'$
40	900	$0{,}0380.\sqrt{M}$	$0{,}0337.\sqrt{M}$	$0{,}400\ h'$	$0{,}867\ h'$
45	900	$0{,}0348.\sqrt{M}$	$0{,}0373.\sqrt{M}$	$0{,}429\ h'$	$0{,}857\ h'$
50	900	$0{,}0322.\sqrt{M}$	$0{,}0407.\sqrt{M}$	$0{,}455\ h'$	$0{,}848\ h'$
20	1000	$0{,}0685.\sqrt{M}$	$0{,}0158.\sqrt{M}$	$0{,}230\ h'$	$0{,}923\ h'$
25	1000	$0{,}0568.\sqrt{M}$	$0{,}0193.\sqrt{M}$	$0{,}273\ h'$	$0{,}909\ h'$
30	1000	$0;0490.\sqrt{M}$	$0{,}0228.\sqrt{M}$	$0{,}310\ h'$	$0{,}891\ h'$
35	1000	$0{,}0433.\sqrt{M}$	$0{,}0261.\sqrt{M}$	$0{,}344\ h'$	$0{,}885\ h'$
40	1000	$0{,}0390.\sqrt{M}$	$0{,}0293.\sqrt{M}$	$0{,}375\ h'$	$0{,}875\ h'$
45	1000	$0{,}0357.\sqrt{M}$	$0{,}0324.\sqrt{M}$	$0{,}403\ h'$	$0{,}866\ h'$
50	1000	$0{,}0330.\sqrt{M}$	$0{,}0354.\sqrt{M}$	$0{,}429\ h'$	$0{,}857\ h'$
30	1200	$0{,}0519.\sqrt{M}$	$0{,}0177.\sqrt{M}$	$0{,}273\ h'$	$0{,}909\ h'$
35	1200	$0{,}0457.\sqrt{M}$	$0{,}0203.\sqrt{M}$	$0{,}304\ h'$	$0{,}898\ h'$
40	1200	$0{,}0410.\sqrt{M}$	$0{,}0228.\sqrt{M}$	$0{,}333\ h'$	$0{,}889\ h'$
45	1200	$0{,}0375.\sqrt{M}$	$0{,}0253.\sqrt{M}$	$0{,}360\ h'$	$0{,}880\ h'$
50	1200	$0{,}0345.\sqrt{M}$	$0{,}0277.\sqrt{M}$	$0{,}385\ h'$	$0{,}872\ h'$

Примѣръ для пользованія таблицей № 3. Пусть даны: разсчетная длина плиты $l = 2{,}4$ m, собственный вѣсъ и равномѣрно распредѣленная нагрузка $q = 700$ kg/m², $\sigma_b = 35$ kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm². Предполагается, что плита у опоръ полузадѣлана. Тогда

$$M = \frac{q.l^2}{10} = \frac{700.2{,}4^2}{10}.100 = 40320 \text{ cm.kg и}$$

$$\sqrt{M} = \sqrt{40320} = \sim 201$$

Изъ таблицы № 3 получаются для $\sigma_b = 35$ kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm²

$$h' = 0{,}0433.\ \sqrt{M} = 0{,}0433.201 = 8{,}703,$$

$$F_e = 0{,}0261.\ \sqrt{M} = 0{,}0261.201 = 5{,}25 \text{ cm}^2.$$

Если принимаютъ разстояніе желѣзной арматуры отъ нижней грани плиты $a = {}^1/_6 h'$, то будетъ

$$h = h' + a = h' + \frac{h'}{6} = 8{,}703 + \frac{8{,}703}{6} = 10{,}15 \text{ cm.}$$

Езли составляютъ арматуру изъ 6 круглыхъ стержней поперечникомъ въ 11 mm, то выходитъ $F_e = 5{,}70$ cm². Стержни располагаются на разстояніи въ 16,6 cm другъ отъ друга. Для опредѣленія числа круглыхъ стержней изъ найденнаго поперечнаго сѣченія F_e желѣзной арматуры можно пользоваться слѣдующей таблицей № 4.

---

*) Mörsch: „Der Eisenbetonbau“.

№ 4

Таблица вѣса и площади для круглаго желѣза.

Поперечникъ mm	Вѣсъ для пог. m kg	Площадь cm²	Площадь 2 штуки cm²	3 шт. cm²	4 шт. cm²	5 шт. cm²	6 шт. cm²	8 шт. cm²	10 шт. cm²
1	0,006	0,0079	0,016	0,024	0,031	0,039	0,047	0,063	0,079
2	0,024	0,031	0,063	0,094	0,128	0,157	0,188	0,25	0,31
3	0,055	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,56	0,70
4	0,098	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,76	1,00	1,26
5	0,153	0,20	0,39	0,59	0,78	0,98	1,18	1,57	1,96
6	0,220	0,28	0,56	0,85	1,13	1,41	1,70	2,26	2,82
7	0,300	0,38	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	3,08	3,84
8	0,392	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,01	4,02	5,02
9	0,496	0,64	1,27	1,91	2,54	3,18	3,82	5,08	6,36
10	0,612	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	6,28	7,85
11	0,740	0,95	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	7,60	9,50
12	0,881	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	9,05	11,31
13	1,034	1,33	2,65	3,98	5,31	6,64	7,96	10,62	13,27
14	1,199	1,54	3,08	4,62	6,10	7,70	9,24	12,32	15,39
15	1,377	1,77	3,53	5,30	7,07	8,84	10,60	14,14	17,67
16	1,568	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	16,08	20,11
17	1,768	2,27	4,54	6,81	9,08	11,35	13,62	18,16	22,70
18	1,983	2,54	5,09	7,63	10,18	12,72	15,26	20,36	25,45
19	2,209	2,84	5,67	8,51	11,34	14,18	17,02	22,68	28,35
20	2,488	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,84	25,14	31,42
21	2,698	3,46	6,93	10,39	13,85	17,32	20,78	27,70	34,64
22	2,962	3,80	7,60	11,40	15,21	19,01	22,81	30,41	38,01
23	3,257	4,18	8,31	12,46	16,62	20,77	24,93	33,24	41,55
24	3,525	4,52	9,05	13,57	18,10	22,62	27,14	36,19	45,24
25	3,824	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	39,27	49,09
26	4,136	5,31	10,62	15,93	21,24	26,55	31,86	42,47	53,10
27	4,461	5,73	11,45	17,18	22,90	28,63	34,35	45,80	57,26
28	4,797	6,16	12,31	18,47	24,63	30,79	36,94	49,26	61,58
29	5,146	6,60	13,21	19,81	26,42	33,02	39,62	52,84	66,85
30	5,507	7,07	14,14	21,21	28,27	35,34	42,41	56,55	70,68
31	5,280	7,55	15,09	22,64	30,19	37,74	45,29	60,38	75,48
32	6,266	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,26	64,34	80,42
33	6,644	8,55	17,11	25,66	34,21	42,76	51,32	68,42	85,53
34	7,074	9,08	18,16	27,24	36,32	45,40	54,48	72,63	90,79
35	7,496	9,62	19,24	28,86	38,48	48,11	57,73	76,97	96,21
36	7,930	10,18	20,36	30,54	40,72	50,90	61,07	81,43	101,79
37	8,377	10,75	21,50	32,26	43,01	53,76	64,51	86,02	107,52
38	8,836	11,34	22,68	34,02	45,36	56,70	68,04	90,73	113,41
39	9,307	11,94	23,89	35,48	47,78	59,73	71,68	95,57	119,46
40	9,791	12,56	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	100,53	125,66
41	10,280	13,20	26,41	39,61	52,81	66,01	79,22	105,62	132,08
42	10,794	13,85	27,71	41,56	55,42	69,27	83,12	110,83	138,54
43	11,314	14,52	29,04	43,56	58,09	72,61	87,13	116,18	145,22
44	11,846	15,20	30,41	45,61	60,82	76,03	91,23	121,64	152,05
45	12,391	15,90	31,81	47,71	63,62	79,52	95,42	127,23	159,04
46	12,948	16,62	33,24	49,86	66,48	83,10	99,71	132,95	166,19
47	13,517	17,35	34,70	52,05	69,40	86,75	104,09	138,79	173,49
48	14,098	18,09	36,19	54,29	72,38	90,48	108,58	144,77	180,96
49	14,892	18,86	37,71	56,57	75,43	94,28	113,14	150,86	188,57
50	15,296	19,63	39,27	58,90	78,54	98,17	117,81	157,08	196,35

Подчеркнутыя числа въ таблицѣ № 3 относятся къ допускаемымъ напряженіямъ $\sigma_b = 40$ kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm², при которыхъ достигается наилучшее использованіе матеріаловъ. При этихъ напряженіяхъ нейтральная ось находится на $^3/_8$ полезной высоты h′ ($x = {}^3/_8 h'$) и плечо рычага пары силъ D и Z составляетъ $^7/_8$h′. Эти значенія оказываются для предварительныхъ и приблизительныхъ разсчетовъ очень удобными и это тѣмъ болѣе, такъ какъ при меньшихъ напряженіяхъ бетона эти отношенія мало измѣняются.

Напримѣръ, если требуется опредѣлить размѣры неразрѣзной плиты, на которую дѣйствуетъ наибольшій моментъ M_{max}, то сперва разсчитываютъ на основаніи этого момента полезную высоту h′, а тогда можно опредѣлить поперечное сѣченіе F_e желѣзной арматуры въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ изгибающіе моменты M меньше M_{max}, просто по формулѣ

$$F_e = \frac{M}{\sigma_e \cdot {}^7/_8 h'}.$$

Эта формула получается изъ уравненія (черт. 5)

$$Z = F_e \cdot \sigma_e \cdot \left\{h' - \frac{x}{3}\right\} = M$$

гдѣ $x = {}^3/_8 h'$

При точномъ разсчетѣ выходятъ напряженія, которыя еще нѣсколько меньше, чѣмъ $\sigma_e = 1000$ kg/cm², такъ что безопасность конструкціи будетъ нѣсколько больше.

Въ таб №. 5 составлены результаты разсчета для h′ и F_e при $\sigma_b = 40$ kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm² и извѣстномъ моментѣ.

№ 5.

*Таблица значеній h′ и F_e плитъ и балокъ при $\sigma_b = 40$ kg/cm², $\sigma_e = 1000$ kg/cm² и данномъ моментѣ M.

M cmkg	h′ = h − a cm	h**) cm	F_e cm²	M cmkg	h′ = h − a cm	h**) cm	F_e cm²
10000	3,90	5,0	2,93	28000	6,53	8,0	4,91
11000	4,09	5,0	3,07	30000	6,75	8,0	5,06
12000	4,27	5,5	3,20	32000	6,98	8,5	5,22
13000	4,44	5,5	3,33	34000	7,20	8,5	5,39
14000	4,62	6,0	3,46	36000	7,40	8.5	5,54
15000	4,78	6,0	3,58	38000	7,61	9,0	5,70
16000	4,94	6,0	3,70	40000	7,80	9,0	5,85
17000	5,09	6,5	3,81	42000	8,00	9,0	6,00
18000	5,24	6,5	3,93	44000	8,19	9,5	6,13
19000	5,38	6,5	4,03	46000	8,37	9,5	6,28
20000	5,52	6,5	4,14	48000	8,56	10,0	6,42
22000	5,72	7,0	4,30	50000	8,74	10,0	6,55
24000	6,04	7,0	4,53	55000	9,15	10,5	6,86
26000	6,29	7,5	4,71	60000	9,56	11,0	7,16

*) Mörsch: „Der Eisenbetonbau“.

**) Округленныя значенія.

M cmkg	h' = h = a cm	h**) cm	F_e cm	M cmkg	h' = h − a cm	h**) cm	F_e cm^2
65000	9,94	11,5	7,45	280000	20,64	23,0	15,51
70000	10,32	12,0	7,74	290000	21,00	23,5	15,70
75000	10,68	12,0	8,01	300000	21,36	24,0	16,05
80000	11,05	12,5	8,29	320000	22,06	24,5	16,58
85000	11,38	12,5	8,53	340000	22,74	25,0	17,08
90000	11,70	13,0	8,75	360000	23,40	26,0	17,58
95000	12,04	13,5	9,03	380000	24,04	26,5	18,06
100000	12,35	13,5	9,27	400000	24,67	27,0	18,54
105000	12,67	14,0	9,50	420000	25,27	28,0	18,99
110000	12,90	14,0	9;68	440000	25,87	28,5	19,44
115000	13,23	14,5	9,92	460000	26,45	29,0	19,87
120000	13,52	15,0	10,14	480000	27,02	29,5	20,30
125000	13,80	15,5	10,35	500000	27,58	30,0	20,72
130000	14,05	15,5	10,54	550000	28,92	31,5	21,73
135000	14,33	16,0	10,75	600000	30,21	33,0	22,70
140000	14,60	16,0	10,95	650000	31,44	34,0	23,63
145000	14,87	16,5	11,15	700000	32,64	35,0	24,52
150000	15,13	16,5	11,35	750000	33,76	36,5	25,39
160000	15,60	17,0	11,70	800000	34,88	37,5	26,20
170000	16,10	18,0	12,07	850000	35,95	38,5	27,01
180000	16,60	18,5	12,45	900000	37,01	39,5	27,79
190000	17,00	19,0	12,75	950000	38,01	40,5	28,55
200000	17,45	19,5	13,09	1000000	39,00	42,0	29,30
210000	17,87	20,0	13,45	1100000	40,90	43,5	30,62
220000	18,30	20,5	13,74	1200000	42,72	45,5	32,10
230000	18,71	21,0	14,06	1300000	44,46	47,5	33,39
240000	19,12	21,5	14,35	1400000	46,14	49,0	34,65
250000	19,50	22,0	14,65	1500000	47,77	50,5	35,86
260000	19,89	22,5	14,95	1600000	49,32	52,0	37,02
270000	20,26	23,0	15,23				

Если желѣзная арматура плиты должна состоять изъ цѣльнорѣшетчатаго металла, то при разсчетѣ поступаютъ слѣдующимъ образомъ.

Примѣръ. На плиту дѣйствуетъ моментъ $M = 40000$ cmkg. Принимаются $\sigma_b = 40$ kg/cm² и $\sigma_e = 900$ kg/cm². Тогда $\sqrt{M} = 200$ и изъ таблицы № 3 получаютъ:

$$h' = 0{,}038 \cdot \sqrt{M} = 0{,}038 \cdot 200 = 7{,}6 \text{ cm}$$

$$h = h' + a = 7{,}6 + \frac{7{,}6}{6} = \sim 9 \text{ cm}$$

$$F_e = 0{,}0337 \cdot \sqrt{M} = 0{,}0337 \cdot 200 = 6{,}74 \text{ cm}^2$$

$$Z = F_e \cdot \sigma_e = 6{,}74 \cdot 900 = 6066 \text{ kg}$$

По ниже слѣдующей таблицѣ № 6 профиль № 8 обладаетъ сопротивленіемъ растяженію въ 6024 kg. на 1 m ширины, такъ что она удовлетворяетъ требованіямъ.

№ 6.

Таблица размѣровъ, вѣса и сопротивленія цѣльно-рѣшетчатаго металла (Schüchtermann & Kremer, Dortmund).

Наибольшая длина = 2,4 m.

№	Размѣръ петли mm	Стержни Длина mm	Стержни Толщина mm	Вѣсъ kg/m²	Сопротивленіе растяженію kg/m	Наибольшая ширина m	Преимущественное употребленіе.
14	150	4 1/2	3	1,45	2340	20	Арматура въ бетонѣ, въ искусственныхъ камняхъ, цементныхъ плитахъ и т. п.
12	150	6	3	2,04	3110	20	
13	150	6	4 1/2	3,12	4550	20	
15	75	3	3	2,17	3110	10	
16	75	3	2	1,25	2080	10	
9	75	4 1/2	3	3,15	5000	10	
8	75	6	3	4,34	6240	10	
11	75	4 1/2	4 1/2	5,00	7000	10	
10	75	6	4 1/2	6,25	9350	10	
24	40	3	3	4,07	5850		Рѣшетки и ограды, полъ для пѣшеходныхъ мостовъ и мостковъ и т. п. Арматура въ искусственныхъ камняхъ, лѣстничныхъ ступеняхъ и т. п.
25	40	6	4 1/2	10,00	16900	8	
21	40	4 1/2	3	6,38	8750	8	
22	40	8	4 1/2	13,00	23400	8	
23	40	6	3	7,60	11700	8	
5	40	2 1/2	1 1/5	1,26	1950	8	Легкія рѣшетки.
6	40	3	1 1/2	2,04	2930	8	
3	20	2 1/2	1	1,76	3250	5	
4	20	2 1/2	1 1/2	3,00	4850	5	
3a	20	2	0,6	0,90	1560	5	Штукатурныя работы по системѣ „Rabitz", легкія стѣны и потолки.
4a	20	2 1/2	2	3,75	6500	5	
20	20	3	3	7,60	7800	5	Арматура въ крѣпкихъ стѣнахъ.
2	10	2 1/2	1 1/5	3,94	7800	2,5	
*1	10	2 1/2	0,6	1,60	3900	2,5	Потолки и стѣны. Облицовка балокъ и подпоръ.
1a	6	2 1/2	0,6	2,25	6500	2	

Ширина.

Длина.

Можно пользоваться таблицей № 3 также для разсчета нагрузки, которую можетъ выдерживать плита извѣстныхъ размѣровъ и арматуры при предположеніи опредѣленныхъ напряженій σ_b и σ_e.

Примѣръ. Требуется опредѣлить равномѣрно распредѣленную нагрузку q, которую можетъ выдерживать плита при $l = 2{,}4$ m, $b = 100$ cm, $h' = 10$ cm, $\sigma_b = 35$ kg/cm² и $\sigma_e = 900$ kg/cm².

По таблицѣ получается

$$h' = 0{,}042 \cdot \sqrt{M}$$

$$10 = 0{,}042 \cdot \sqrt{M}$$

$$\sqrt{M} = \frac{10}{0{,}042} = 238{,}1$$

$$M = 238{,}1^2 = 56690 \text{ cmkg}$$

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} \cdot 100 = 56690 \text{ cmkg}$$

$$\frac{q \cdot 2{,}4^2}{8} \cdot 100 = 56690 \text{ cmkg}$$

$$q = \frac{56690 \cdot 8}{100 \cdot 2{,}4^2} = \sim 790 \text{ kg на пог. m.}$$

Такъ какъ ширина плиты составляетъ 1 m, то q представляетъ одновременно нагрузку на kg/m².

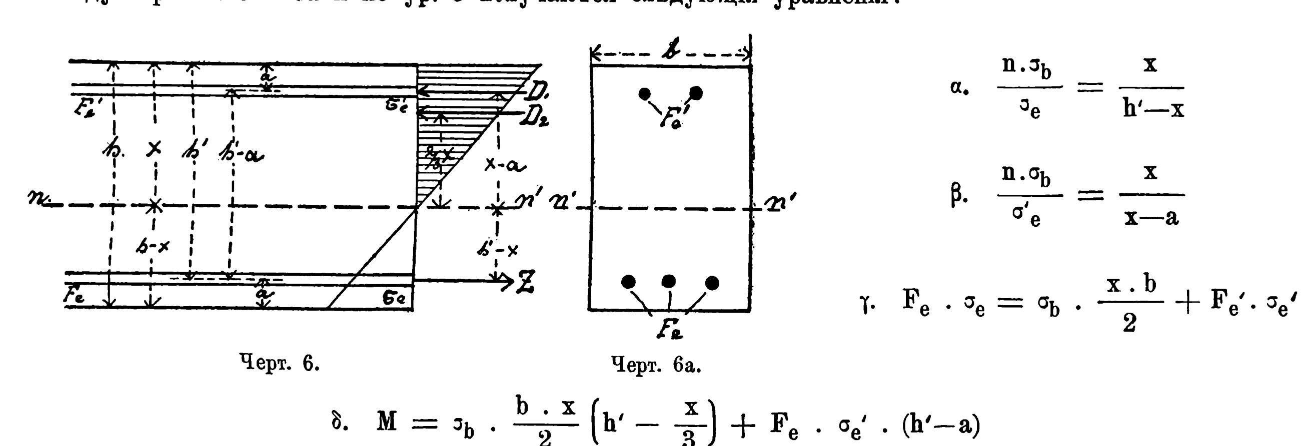
*) Для штукатурки.

Если на плиту или балку дѣйствуетъ отрицательный моментъ, требующій желѣзной арматуры въ верхней части плиты, то также при разсчетѣ примѣняются выше выведенныя формулы, въ которыхъ тогда означаютъ x — разстояніе нижней грани плиты отъ нейтральной оси и a — разстояніе желѣзной арматура отъ верхней грани плиты.

γ. *Опредѣленіе размѣровъ плитъ и балокъ при принятіи въ разсчетъ растягивающихъ напряженій бетона.* Въ „Приложеніи“ настоящаго руководства изложенъ способъ опредѣленія размѣровъ плитъ и желѣзной арматуры при выше указанныхъ условіяхъ. Указываемъ на эту статью.

b. **Разсчетъ желѣзо-бетонныхъ плитъ на балокъ съ двойной арматурой.** Двойная арматура при простыхъ плитахъ на практикѣ рѣдко встрѣчается, потому что желѣзные стержни, находящіеся въ сжатой части плиты, для предохраненія отъ продольнаго изгиба, должны обладать большими профилями и, поэтому, имѣютъ значительный вѣсъ; они должны подвѣсками, спиралями и т. п. крѣпко и достаточно грубоко скрѣплены съ бетономъ. Кромѣ того, бетонъ обыкновенно обладаетъ достаточнымъ сопротивленіемъ, чтобы выдерживать сжимающія усилія, такъ что двойная арматура плитъ оправдывается только при особыхъ обстоятельствахъ, какъ-то: при ограниченной высоты плиты и значительной нагрузкѣ ея. Если изъ разсчета получилось слишкомъ значительное сжимающее напряженіе бетона, то расположеніемъ желѣзной арматуры въ сжатой части плиты оно уменьшается до допускаемой величины. Также въ такомъ случаѣ, если на плиту дѣйствуютъ попеременно положительные и отрицательные моменты, съ выгодой примѣняется двойная арматура. Тогда при дѣйствіи положительнаго момента растягивающія напряженія воспринимаются нижней арматурой, а при дѣйствіи отрицательнаго момента верхней.

α. *Разсчетъ наибольшихъ изгибающихъ напряженій въ плитахъ и балкахъ съ двойной арматурой.* Въ виду чертежа 6 и 6a и по ур. 5 получаются слѣдующія уравненія:



$$\alpha.\quad \frac{n \cdot \sigma_b}{\sigma_e} = \frac{x}{h'-x}$$

$$\beta.\quad \frac{n \cdot \sigma_b}{\sigma'_e} = \frac{x}{x-a}$$

$$\gamma.\quad F_e \cdot \sigma_e = \sigma_b \cdot \frac{x \cdot b}{2} + F_e' \cdot \sigma_e'$$

Черт. 6. Черт. 6a.

$$\delta.\quad M = \sigma_b \cdot \frac{b \cdot x}{2}\left(h' - \frac{x}{3}\right) + F_e \cdot \sigma_e' \cdot (h'-a)$$

Эти четыре уравненія служатъ для разсчета четырехъ неизвѣстныхъ величинъ x, σ_b σ_e и σ_e'. Изъ ур. α и β слѣдуетъ

$$19.\quad \sigma_e = \frac{n \cdot \sigma_b\,(h'-x)}{x} \quad \text{и} \quad 20.\quad \sigma_e' = \frac{n \cdot \sigma_b\,(x-a)}{x}$$

Если эти значенія σ_e' и σ_e подставляются въ ур. γ, то получается слѣдующее уравненіе, служащее для опредѣленія величины x.

$$x^2 + 2x \cdot n \cdot \frac{F_e + F_e'}{b} = \frac{2n}{b}(h' \cdot F_e + a \cdot F_e')$$

Изъ этого уравненія слѣдуетъ

$$21.\quad x = -\frac{n \cdot (F_e + F_e')}{b} + \sqrt{\frac{n^2 \cdot (F_e + F_e')^2}{b^2} + \frac{2n}{b} \cdot (h' \cdot F_e + a \cdot F_e')}$$

Если въ ур. 21 подставляется $F_e' = o$, то получается ур. 12.

При помощи значенія x слѣдуетъ изъ ур. δ.

$$22. \quad \sigma_b = \frac{6M \cdot x}{b \cdot x^2 (3h' - x) + 6 F_e' \cdot n \cdot (x-a)(h'-a)}$$

Въ формулахъ 19 до 22 можно замѣнить h' черезъ h—a.

Другимъ путемъ получается для σ_b болѣе простая формула. Изгибающій моментъ M относительно нейтральной оси

$$M = \tfrac{2}{3} x \cdot \sigma_b \cdot \frac{x \cdot b}{2} + \sigma_e' \cdot F_e' \cdot (x-a) + \sigma_e \cdot F_e \cdot (h'-x).$$

Если подставляется въ это уравненіе значеніе σ_e и σ_e' изъ ур. α и β, то слѣдуетъ

$$M = \frac{\sigma_b}{x} \cdot \left[\frac{x^3 \cdot b}{3} + n \cdot F_e' (x-a)^2 + n \cdot F_e \cdot (h'-x)^2\right].$$

Выраженіе въ скобкѣ представляетъ моментъ инерціи J_n полезнаго поперечнаго сѣченія плиты или балки относительно нейтральной оси, такъ что изъ предыдущаго уравненія получается.

$$22a. \quad \sigma_b = \frac{M \cdot x}{J_n}$$

гдѣ

$$22b. \quad J_n = \frac{x^3 \cdot b}{3} + n \cdot F_e \cdot (x-a)^2 + n \cdot F_e \cdot (h'-x)^2$$

При $F_e = F_e'$ будетъ

$$22c. \quad J_n = \frac{x^3 \cdot b}{3} + n \cdot F_e \cdot \left[(x-a)^2 + (h'-x)^2\right].$$

Примѣръ.*) Требуется, опредѣлить напряженія σ_b, σ_e и σ_e' въ желѣзо-бетонной плитѣ съ двойной арматурой. Ширина плиты b = 100 cm, h' = 27 cm, $F_e = 28{,}5$ cm², $F_e' = 9{,}5$ cm², a = 3 cm и M = 600000 cmkg

По ур. 21

$$x = -\frac{15 \cdot (28{,}5 + 9{,}5)}{100} + \sqrt{\frac{15^2 \cdot (28{,}5 + 9{,}5)^2}{100^2} + \frac{2 \cdot 15}{100} \cdot (27 \cdot 28{,}5 + 3 \cdot 9{,}5)} = 10{,}8 \text{ cm}$$

По ур. 22

$$\sigma_b = \frac{6 \cdot 600000 \cdot 10{,}8}{100 \cdot 10{,}8^2 \cdot (3 \cdot 27 - 10{,}8) + 6 \cdot 9{,}5 \cdot 15 \cdot (10{,}8-3)(27-3)} = 39{,}7 \text{ kg/cm}^2$$

По ур. 19

$$\sigma_e = \frac{15 \cdot 39{,}7 \cdot (27 - 10{,}8)}{10{,}8} = 894 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_e' = \frac{15 \cdot 39{,}7 (10{,}8 - 3)}{10{,}8} = 431 \text{ kg/cm}^2$$

Если верхняя арматура прибавляется къ нижней, то получается плита съ простой арматурой съ $F_e = 28{,}5 + 9{,}5 = 38$ cm².

Теперь по ур. 12

$$x = \frac{n \cdot F_e}{b} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot h'}{n \cdot F_e}} - 1\right) = \frac{15 \cdot 38}{100} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2 \cdot 100 \cdot 27}{15 \cdot 38}} - 1\right) = 12{,}74 \text{ cm}$$

и по ур. 13

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(h' - \frac{x}{3}\right)} = \frac{2 \cdot 600000}{100 \cdot 12{,}74 \cdot \left(27 - \frac{12{,}74}{3}\right)} = 41{,}3 \text{ kg/cm}^2$$

и по ур. 14

$$\sigma_e = \frac{M}{F_e \cdot \left(h' - \frac{x}{3}\right)} = \frac{600000}{38 \cdot \left(27 - \frac{12{,}74}{3}\right)} = 695 \text{ kg/cm}^2.$$

*) Mörch: Der Eisenbetonbau.

Изъ сравненіи полученныхъ результатовъ будетъ ясно, что σ_b только мало увеличивается, если располагаютъ верхнюю арматуру также въ растянутой части плиты, между тѣмъ какъ напряженіе σ_e значительно уменьшается. Съ точки зрѣнія безопасности конструкціи часто рекомендуется послѣдній способъ расположенія арматуры, и это тѣмъ болѣе, такъ какъ по опытамъ при изгибѣ сопротивленіе бетона раздробленію растетъ вмѣстѣ съ процентнымъ содержаніемъ желѣза въ плитѣ.

β. *Разсчетъ размѣровъ плитъ и балокъ съ двойной арматурой.* Если при данномъ моментѣ M и данныхъ напряженіяхъ σ_b и σ_e слѣдуетъ опредѣлить полезную высоту h' плиты и поперечныя сѣченія F_e и F_e' желѣзной арматуры въ растянутой и сжатой части плиты, то нельзя при помощи четырехъ имѣющихся въ распоряженіи уравненій 19, 20, 21 и 22 разсчитать пять неизвѣстныхъ величинъ h', F_e, F_e', σ_e' и x. Поэтому необходимо прибавить къ этимъ четыремъ уравненіямъ еще пятое, выражающее опредѣленное условіе. Тогда возможно будетъ, опредѣлить выше упомянутыя пять неизвѣстныхъ величинъ.

Предположимъ, напримѣръ, что $F_e = F_e'$. Тогда, конечно, разсчетъ неизвѣстныхъ величинъ возможенъ, но для практики очень затруднителенъ. Въ виду этого рекомендуется, примѣнять слѣдующія простыя формулы, выведенныя Drach'омъ *).

$$23.\quad h' = 0{,}307 . \sqrt{\frac{M}{b}};$$

$$24.\quad F_e = F_e' = 0{,}0097 . b . h' = 0{,}003 . \sqrt{M . b}\,.$$

Эти формулы, полученныя при предположеніи, что $\sigma_b = 40$ kg/cm² и $\frac{\sigma_e}{\sigma_b} = 20$ до 30, рекомендуются для предварительнаго разсчета поперечнаго сѣченія плиты или балки и желѣзной арматуры. Затѣмъ напряженія σ_b и σ_e повѣряются посредствомъ точныхъ формулъ 19 до 22.

Если $F_e = 2\,F_e'$, то получаются при $\sigma_b = 40$ kg/cm² и $\frac{\sigma_e}{\sigma_b} = 20$ до 30

$$25.\quad h' = 0{,}365 . \sqrt{\frac{M}{b}};$$

$$26\quad F_e = 2\,F_e' = 0{,}007 . b . h' = 0{,}00254 . \sqrt{M . b}\,.$$

Если значеніе $\frac{F_e}{F_e'}$ находится между предѣлами 1 и 2, то разсчитываютъ размѣры плиты для этихъ предѣльныхъ значеній по формуламъ 23, 24, 25 и 26 и затѣмъ опредѣляютъ h' и F_e для частнаго случая посредствомъ интерполяціи.

Въ предыдущемъ указанныя формулы доставляютъ возможность, при опредѣленіи размѣровъ плиты и желѣзной арматуры принимать въ соображеніе экономическія условія, т.-е. выгодное использованіе сопротивленія матеріаловъ. Конечно, хорошее использованіе сопротивленія желѣза въ сжатой части плиты никогда не будетъ возможно въ виду тѣсной связи желѣза съ бетономъ и незначительнаго сопротивленія послѣдняго сжатію въ сравненіи съ сопротивленіемъ желѣза.

Иногда требуется, при извѣстномъ моментѣ и опредѣленныхъ напряженіяхъ бетона и желѣза разсчитать поперечное сѣченіе нижней и верхней арматуръ при предположеніи, что высота плиты не должна превосходить опредѣленную величину.

Примѣръ. Пусть даны: $M = 100000$ cmkg, $h = 10$ cm. $a = 2$ cm, $h' = h - a = 8$ cm; $\sigma_b = 40$ kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm². Требуется разсчитать F_e и F_e'

---

*) Beton und Eisen 1906, Heft VIII, S. 203

По ур. 5

$$\frac{n \cdot \sigma_b}{\sigma_e} = \frac{x}{h' - x}$$

$$\frac{15 \cdot 40}{1000} = \frac{x}{8 - x}$$

$$x = 3 \text{ cm.}$$

Сжимающее усиліе бетона

$$D_2 = \frac{b \cdot x}{2} \cdot \sigma_b = \frac{100 \cdot 3}{2} \cdot 40 = 6000 \text{ kg.}$$

Изгибающій моментъ (черт. 6) относительно центра тяжести желѣзной арматуры

$$M = D_2 \cdot \left(h' - \frac{x}{3}\right) + D_1 \cdot \left(h' - a\right)$$

$$100000 = 6000 \cdot \left(8 - \frac{3}{3}\right) + D_1 \cdot \left(8 - 2\right)$$

Сжимающее усиліе верхней арматуры получается изъ этого уравненія

$$D_1 = 9666 \text{ kg.}$$

Изъ уравненія равновѣсія

$$Z = D_2 + D_1$$

слѣдуетъ

$$Z = 6000 + 9666 = 15666 \text{ kg.}$$

Такъ какъ

$$Z = F_e \cdot \sigma_e, \text{ то } F_e = \frac{Z}{\sigma_e} = \frac{15666}{1000} = 15{,}666 \text{ cm}^2.$$

Изъ ур. 20 получается

$$\sigma_e' = n \cdot \sigma_b \cdot \frac{(x - a)}{x} = \frac{15 \cdot 40 \cdot (3 - 2)}{3} = 200 \text{ kg/cm}^2.$$

и изъ $F_e' \cdot \sigma_e = D_1$

$$F_e' = \frac{D_1}{\sigma_e'} = \frac{9666}{200} = 48{,}33 \text{ cm}^2.$$

D. *Разсчетъ ребристыхъ плитъ.* a. Разсчетъ ребристыхъ плитъ съ простой арматурой при дѣйствіи положительнаго момента. *α. Разсчетъ напряженій.* Если на ребристую плиту дѣйствуетъ положительный моментъ, то плитообразная часть ея до опредѣленной ширины b вмѣстѣ съ ребромъ участвуетъ въ статическомъ дѣйствіи и образуетъ съ послѣднимъ однотавровую (T) балку.

Если на ребристую плиту дѣйствуетъ отрицательный моментъ, то соотвѣтственно предположенію, что сопротивленіе бетона растяженію не принимается во вниманіе и плита находится въ растянутой части ребристой плиты, разсчетъ производится такимъ же образомъ, какъ разсчетъ обыкновенныхъ прямоугольныхъ плитъ и балокъ. Разница заключается только въ томъ, что растянутая часть съ желѣзной арматурой находится вверху нейтральной оси, а сжатая часть, имѣющая ширину, равную ширинѣ b_0 ребра, — внизу ея.

При разсчетѣ ребристыхъ плитъ различаютъ три слѣдующихъ случая; а именно:

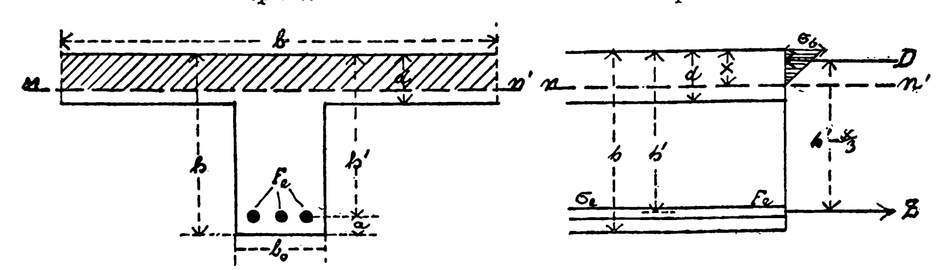
1. Нейтральная ось лежитъ въ поперечномъ сѣченіи плиты.
2. Нейтральная ось совпадаетъ съ нижней гранью плиты.
3. Нейтральная ось проходитъ черезъ ребро.

1. Нейтральная ось лежитъ въ поперечномъ сѣченіи плиты ($x < d$). При предположеніи, что статическое дѣйствіе желѣзной арматуры ребра распредѣляется на ширину b плиты, можно производить разсчетъ ребристой плиты, при положительномъ моментѣ, точно такъ, какъ при плитѣ и балкѣ съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ.

Въ виду этого находятъ примѣненіе слѣдующія уже извѣстныя формулы (черт. 7 и 7а):

12. $x = \frac{n.F_e}{b} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2b.h'}{n.F_e}} - 1\right)$; 13. $\sigma_b = \frac{2M}{b.x.\left(h' - \frac{x}{3}\right)}$; 14. $\sigma_e = \frac{M}{F_e \cdot \left(h' - \frac{x}{3}\right)}$

Черт. 7. Черт. 7а.

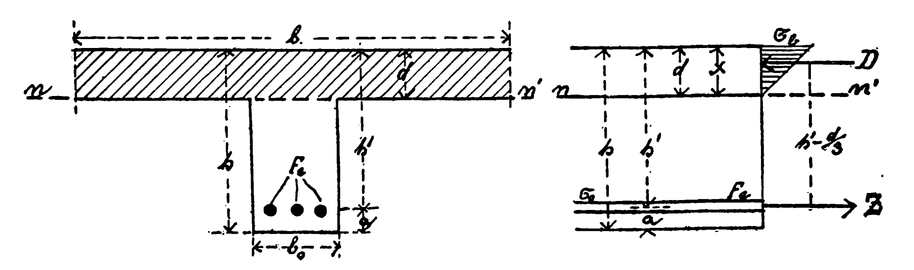


Въ этихъ формулахъ можно подставить $h' = h - a$.

2. Нейтральная ось совпадаетъ съ нижней гранью плиты. (Черт. 8 и 8а) ($x = d$). Въ этомъ случаѣ въ формулахъ 12, 13 и 14 подставляется $x = d$; тогда онѣ принимаютъ слѣдующій видъ:

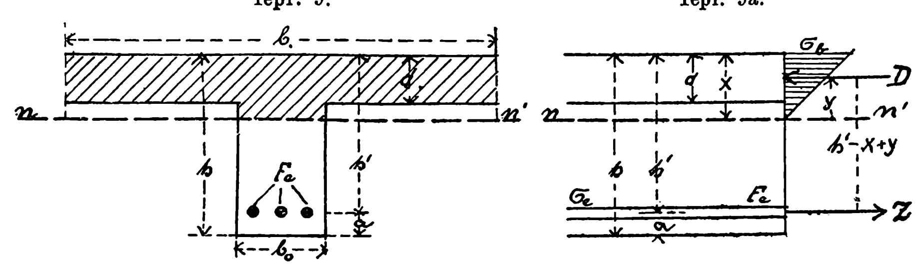
27. $x = d = \frac{n.F_e}{b} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{2b.h'}{n.F_e}} - 1\right)$; 28. $\sigma_b = \frac{2M}{b.d.\left(h' - \frac{d}{3}\right)}$; 29. $\sigma_e = \frac{M}{F_e \cdot \left(h' - \frac{d}{3}\right)}$

Черт. 8. Черт. 8а.



3. Нейтральная ось проходитъ черезъ ребро. (Черт. 9 и 9а) ($x > d$). Нейтральная ось ребристой плиты всегда лежитъ вблизи нижней грани плиты. Поэтому, если нейтральная ось находится немного ниже нижней грани плиты, можно пренебрегать небольшими сжимающими напряженіями, вызывающимися въ ребрѣ. Положеніе силы D, вслѣдствіе этого, мало измѣняется.

Черт. 9. Черт. 9а.



Но принимая въ соображеніе, что наиболѣе низкое положеніе точки приложенія силы D находится въ серединѣ плиты, то получается наибольшее значеніе Z изъ формулы

30. $Z = F_e \sigma_e = \frac{M}{\left(h' - \frac{d}{2}\right)}$ и 30а. $F_e = \frac{M}{\sigma_e \left(h' - \frac{d}{2}\right)}$.

Такъ какъ разстояніе между точками приложенія равнодѣйствующихъ D и Z сжимающихъ, относительно растягивающихъ напряженій при ребристыхъ плитахъ подвергается только незначительнымъ измѣненіямъ, то при помощи указанной очень простой формулы 30 съ достаточной для всѣхъ

случаевъ практики точностью можно опредѣлить растягивающія усилія въ желѣзной арматурѣ и при помощи уравненія

$$F_e \cdot \sigma_e = Z \text{ и напряженіе } \sigma_e = \frac{Z}{F_e}.$$

Величина наибольшаго краевого сжимающаго напряженія въ бетонѣ колеблется между болѣе широкими предѣлами, чѣмъ разстояніе между D и Z. Поэтому, если нейтральная ось проходитъ черезъ ребро, можно довольствоваться наибольшимъ возможнымъ значеніемъ

$$31. \quad \sigma_b = \frac{2 . Z}{b . d},$$

полученное изъ уравненія

$$\sigma_b \cdot \frac{x . b}{2} = D = Z \text{ при } x = d,$$

или точный разсчетъ производится ниже показаннымъ способомъ (черт. 9 и 9a). Въ слѣдующихъ уравненіяхъ σ_u означаетъ сжимающее напряженіе бетона въ нижней грани плиты.

$$\alpha. \quad \sigma_e = \frac{n . \sigma_b . (h' - x)}{x}.$$

Такъ какъ $Z = D$; то

$$\beta. \quad \sigma_e . F_e = \sigma_b . \frac{x . b}{2} - \sigma_u . \frac{x - d}{2} . b;$$

$$\gamma. \quad \frac{\sigma_u}{\sigma_b} = \frac{x - d}{x};$$

$$\delta. \quad \sigma_u = \sigma_b . \frac{x - d}{x}.$$

Подставленіемъ значенія σ_u изъ ур. δ въ ур. β получимъ

$$\varepsilon. \quad F_e . \sigma_e = \sigma_b \frac{x . b}{2} - \sigma_b . \frac{(x - d)}{x} . \frac{(x - d)}{2} . b.$$

Если теперь значеніе σ_e изъ ур. α подставляется въ ур. ε, то слѣдуетъ

$$32. \quad x = \frac{2n . h' . F_e + b . d^2}{2\,(n . F_e + b . d)}.$$

Разстояніе равнодѣйствующей D сжимающихъ напряженій отъ нейтральной оси равняется разстоянію центра тяжести трапеціи, параллельныя стороны которой образуются сжимающими напряженіями σ_u и σ_b.

Это разстояніе получается изъ уравненія

$$y = x - \frac{d}{3} . \frac{\sigma_b + 2\sigma_u}{\sigma_b + \sigma_u}$$

Подставленіемъ въ это уравненіе значенія σ_u

$$\sigma_u = \sigma_b . \frac{x - d}{x}$$

получается

$$33. \quad y = x - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{b\,(2x - d)}.$$

При помощи значенія y слѣдуетъ

$$34. \quad D = Z = \frac{M}{h' - x + y}$$

и изъ $F_e . \sigma_e = Z$

$$35.\quad \sigma_e = \frac{M}{F_e.(h' - x + y)}$$

и

$$36.\quad \sigma_b = \sigma_e \frac{x}{n.(h' - x)}$$

Примѣръ*) (черт. 9 и 9а). Пусть даны моментъ $M = 1430000$ cmkg, $b = 250$ cm, $b_0 = 28$ cm, $h = 60$ cm, $a = 3$ cm, $h' = h - a = 57$ cm, $d = 10$ cm, $F_e = 30{,}8$ cm² и $n = 15$.

Положеніе нейтральной оси получается при помощи значенія x изъ ур. 32

$$x = \frac{2n.h' + b.d^2}{2(n.F_e + b.d)} = \frac{2.15.57 + 250.10^2}{2\,(15.30{,}8 + 250.10)} = 13{,}1 \text{ cm}.$$

Изъ этого значенія $x = 13{,}1$ cm слѣдуетъ, что нейтральная ось проходитъ черезъ ребро.

Тогда по ур. 33

$$y = x - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6\,(2x - d)} = 13{,}1 - \frac{10}{2} + \frac{10^2}{6\,(2.13{,}1 - 10)} = 9{,}1 \text{ cm}.$$

По ур. 34

$$Z = D = \frac{M}{h' - x + y} = \frac{1430000}{57 - 13{,}1 + 9{,}1} = \sim 27000 \text{ kg}.$$

По ур. 35

$$\sigma_e = \frac{M}{F_e\,.\,(h' - x + y)} = \frac{1340000}{30{,}8\,(57 - 13{,}1 + 9{,}1)} = 878 \text{ kg/cm}^2$$

и по ур. 36

$$\sigma_b = \sigma_e\,.\,\frac{x}{n\,.\,(h' - x)} = 878.\frac{13{,}1}{15\,.\,(57 - 13{,}1)} = 17{,}5 \text{ kg/cm}^2.$$

При предположеніи, что нейтральная ось совпадаетъ съ нижней гранью плиты ($x = d$) получаются слѣдующіе результаты. По ур. 30.

$$Z = F_e\,.\,\sigma_e = \frac{M}{h' - \frac{d}{3}} = \frac{1430000}{57 - \frac{10}{3}} = 26600 \text{ kg}.$$

и

$$\sigma_e = \frac{Z}{F_e} = \frac{26600}{30{,}8} = 864 \text{ kg/cm}^2$$

Такъ какъ $D = Z$, то по ур. 31

$$\sigma_b = \frac{2\,D}{b.d} = \frac{2.26600}{250.10} = 21{,}3 \text{ kg/cm}^2.$$

Сравненіе результатовъ точнаго разсчета съ результатами приблизительнаго разсчета показываетъ, что при приблизительномъ разсчетѣ напряженія въ желѣзной арматурѣ только незначительно уменьшаются (отъ 878 kg/cm² до 864 kg/cm²), между тѣмъ какъ напряженія въ бетонѣ нѣсколько увеличиваются (отъ 17,5 kg/cm² до 21,3 kg/cm²).

Незначительная разность напряженій въ желѣзной арматурѣ не заслуживаетъ никакого вниманія, а бо́льшія напряженія въ бетонѣ, полученныя при приблизительномъ разсчетѣ, даже еще обезпечиваютъ безопасность конструкціи. Въ виду этого при разсчетѣ примѣненіе простыхъ формулъ 30 и 31 для обыкновенныхъ случаевъ вполнѣ оправдывается.

Впрочемъ еще замѣтимъ, что допускаемое напряженіе бетона только въ очень рѣдкихъ случаяхъ можетъ использоваться, такъ какъ въ такомъ случаѣ получились бы чрезмѣрно вооруженныя и слишкомъ низкія ребра, что также въ экономическомъ отношеніи невыгодно.

*) Mörsch: Der Eisenbetonbau.

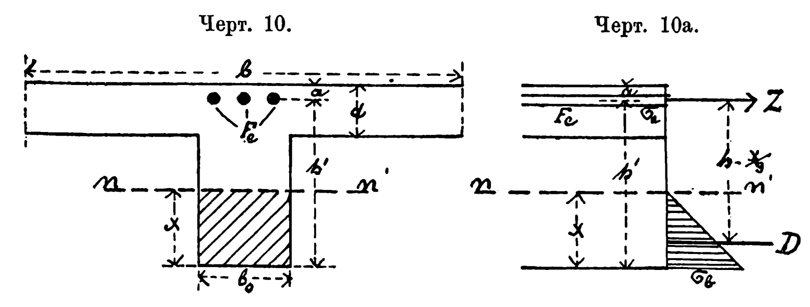
Рекомендуется, принимать при разсчетѣ $\sigma_b = 15$ до 25 kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm²; тогда получается наиболѣе выгодная высота ребристой плиты. Значенія $\sigma_b = 15$ до 25 kg/cm² достигаются, если въ формулѣ 30а подставляется $h' - \frac{d}{2} = 2F_e$. Тогда $h' = \sqrt{\frac{M}{500}} + \frac{d}{2}$.

Изъ только что сказаннаго также будетъ ясно, что устройство ребристыхъ плитъ съ двойной арматурой въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ только въ очень рѣдкихъ случаяхъ оправдывается, такъ какъ въ уменьшеніи сжимающихъ напряженій не нуждаются, которыя безъ того уже остаются ниже предѣльныхъ значеній.

β. *Разсчетъ напряженій σ_b и σ_e въ ребристыхъ плитахъ съ простой арматурой при дѣйствіи отрицательнаго момента.* Предположимъ, что нейтральная ось совпадаетъ съ нижней гранью плиты или проходитъ черезъ ребро (черт. 10 и 10а). Третій случай, гдѣ нейтральная ось лежитъ въ плитѣ, на практикѣ почти никогда не встрѣчается. Тогда при выше упомянутомъ предположеніи плита цѣликомъ находится въ растянутой части и не принимается въ разсчетъ.

При дѣйствіи отрицательнаго момента, по уже извѣстнымъ причинамъ, желѣзная арматура должна быть расположена въ верхней части ребристой плиты, а сжатая нижняя часть имѣетъ ширину b_0.

Черт. 10. Черт. 10а.



Впрочемъ разсчетъ величинъ x, σ_b и σ_e производится, какъ при обыкновенныхъ прямоугольныхъ плитахъ и балкахъ, при чемъ можно пользоваться таблицей № 2, въ которой замѣняется b черезъ b_0.

γ. *Разсчетъ размѣровъ ребристыхъ плитъ съ простой арматурой при дѣйствіи положительнаго момента.* Ширина b ребристой плиты принимается не больше $b \leqq {}^1/_3\ l$, гдѣ l означаетъ свободную длину ребра. Ширина b не должна превосходить разстояніе между ребрами. Если эти разстоянія больше ${}^1/_3\ l$, то слѣдуетъ принимать въ разсчетъ только послѣднее значеніе, между тѣмъ какъ изгибающій моментъ опредѣляется на основаніи цѣлаго разстоянія между ребрами. Разстояніе реберъ другъ отъ друга обусловливается назначеніемъ зданій.

Толщина d плиты разсчитывается на основаніи выдерживаемой ею нагрузки, такъ что при разсчетѣ ребристыхъ плитъ b и d всегда предполагаются извѣстными.

Кромѣ того должны быть даны допускаемыя напряженія въ бетонѣ и желѣзѣ σ_b и σ_e.

Иногда производится разсчетъ еще на основаніи особыхъ условій.

Разсчетная длина l_1 при разсчетѣ ребристыхъ плитъ принимается $l_1 = 1{,}04\ l$.

1 и 2. Нейтральная ось лежитъ въ плитѣ ($x < d$) или совпадаетъ съ нижней гранью ея ($x = d$). Для всѣхъ случаевъ, гдѣ нейтральная ось лежитъ въ плитѣ или совпадаетъ съ нижней гранью ея для опредѣленія размѣровъ ребристыхъ плитъ, можно пользоваться формулами для прямоугольныхъ плитъ и балокъ и разсчитанными на основаніи ихъ таблицами № 3 и № 5. При этомъ, конечно, слѣдуетъ принимать въ соображеніе, что названныя таблицы разсчитаны при предположеніи, что плита имѣетъ ширину въ 1 m.

Въ виду этого, при пользованіи таблицами, моментъ, дѣйствующій на ребристую плиту, долженъ раздѣлиться на ширину b послѣдней въ метрахъ, и такъ какъ при уменьшенномъ моментѣ получается поперечное сѣченіе F_e арматуры, соотвѣтствующее ширинѣ плиты въ 1 m, то слѣдуетъ помножить найденное поперечное сѣченіе F_e на ширину b ребристой плиты въ метрахъ.

Въ таблицѣ № 3 находится также значеніе x, такъ что возможно будетъ судить о томъ, лежитъ ли нейтральная ось въ плитѣ ($x < d$) или совпадаетъ ли она съ нижней гранью ея ($x = d$). О третьемъ случаѣ поговоримъ послѣ.

Примѣръ. На ребристую плиту шириной $b = 2{,}4$ m дѣйствуетъ моментъ $M = 1800000$ cmkg.

Толщина плиты $d = 16$ cm, $\sigma_b = 30$ kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm². Требуется, разсчитать полезную высоту h' и поперечное сѣченіе F_e арматуры.

Моментъ M_1 для плиты шириной въ 1 m будетъ

$$M_1 = \frac{M}{2,4} = \frac{1800000}{2,4} = 750000 \text{ cmkg};$$

$$\sqrt{M_1} = \sqrt{750000} = \sim 866.$$

Изъ таблицы № 3 получаются

$$h' = 0,049\sqrt{M_1} = 0,049 . 866 = 43,75 \text{ cm};$$
$$x = 0,31\, h' = 0,31 . 43,75 = 13,56 \text{ cm}.$$

Изъ значенія x слѣдуетъ, что нейтральная ось лежитъ въ плитѣ и пользованіе таблицей № 3 допускается.

Далѣе получается изъ таблицы № 3 поперечное сѣченіе F_{e_1} желѣзной арматуры, отнесенное къ плитѣ шириной въ 1 m,

$$F_{e_1} = 0,0228\sqrt{M_1} = 0,0228 . 866 = 19,75 \text{ cm}^2.$$

Чтобы получить поперечное сѣченіе F_e желѣзной арматуры для плиты шириной $b = 2,4$ m, приходится помножить полученное значеніе F_{e_1} на 2,4. Тогда будетъ

$$F_e = 2,4\, F_{e_1} = 2,4 . 19,75 = 47,4 \text{ cm}^2.$$

Если составляется арматура изъ 8 стержней поперечникомъ въ 2,8 cm, то получается по таблицѣ № 4

$$F_e = 8 . 6,16 = 49,26 \text{ cm}^2.$$

Ширина ребра не должна быть принимаема слишкомъ малой. Она зависитъ преимущественно отъ практическихъ условій, т.-е. отъ величины желѣзной арматуры, требующей достаточнаго мѣста, и отъ необходимаго сопротивленія бетона скалывающимъ усиліямъ, дѣйствующимъ въ ребрѣ. Обыкновенно оказывается достаточнымъ, давать ребру ширину $b_0 = 20$ до 30 cm, а при большихъ нагрузкахъ и размѣрахъ ребристыхъ плитъ дѣлается $b_0 = 30$ до 40 cm.

3. Нейтральная ось проходитъ черезъ ребро ребристой плиты ($x > d$). Если нейтральная ось проходитъ черезъ ребро ребристой плиты, что нерѣдко встрѣчается при тонкихъ плитахъ и высокихъ ребрахъ, то для точнаго разсчета слѣдуетъ примѣнить довольно сложныя формулы. Но обыкновенно по практическимъ причинамъ уже прежде опредѣлены размѣры b, d, h' и a, такъ что только еще приходится разсчитать требуемое поперечное сѣченіе F_e арматуры. Для этой цѣли рекомендуется пользоваться уже извѣстной простой формулой 30a

$$F_e = \frac{M}{\sigma_e . \left(h' - \frac{d}{2}\right)}.$$

Тогда избѣгается опредѣленіе значенія x.

При точномъ разсчетѣ поперечнаго сѣченія F_e напряженіе σ_e обыкновенно получается нѣсколько меньше допускаемаго.

Если F_e и h' неизвѣстны, то можно разсчитать ихъ изъ слѣдующихъ трехъ уравненій.

$$6.\quad \sigma_b = \frac{\sigma_e . x}{n . (h' - x)};\quad 30a.\quad F_e = \frac{M}{\sigma_e . \left(h' - \frac{d}{2}\right)};\quad 32.\quad x = \frac{2n . h' . F_e + b . d^2}{2\,(n . F_e + b . d)}.$$

Примѣръ. Пусть даны: $M = 2000000$ cmkg; $b = 2$ m, $d = 10$ cm, $\sigma_b = 35$ kg/cm² и $\sigma_e = 1000$ kg/cm².

Требуется, разсчитать F_e и h'.

Для изслѣдованія возможности пользованія таблицей № 3 слѣдуетъ опредѣлить моментъ для плиты шириной въ 1 m.

$$M_1 = \frac{M}{2}\,1000000\ \text{cmkg};$$

$$\sqrt{M_1} = \sqrt{1000000} = 1000.$$

$$h' = 0{,}0433\ \sqrt{M_1} = 0{,}0433\ .\ 1000 = 43{,}3\ \text{cm};$$

$$x = 0{,}344\ h' = 0{,}344\ .\ 43{,}3 = 14{,}9\ \text{cm}.$$

Такъ какъ толщина плиты $d = 10$ cm, то нейтральная ось проходитъ черезъ ребро ребристой плиты и пользованіе таблицей № 3 не допускается, а разсчетъ производится при помощи выше приведенныхъ формулъ 6, 30a и 32.

Если теперь подставляются значенія данныхъ величинъ въ эти уравненія, то получаются

$$6.\quad 35 = \frac{1000\,x}{15\ .\ (h' - x)};\quad 30a.\ F_e = \frac{2000000}{1000\left(h' - \frac{10}{2}\right)};\quad 32.\ x = \frac{2\ .15\ .h'\ .\ F_e + 200\ .\ 10^2}{2\ .\ (15\ .\ F_e + 200\ .\ 10)};$$

Если подставляется значеніе F_e изъ ур. 30a и значеніе x изъ ур. 6 вь ур. 32, то получается квадратное уравненіе съ единственной неизвѣстной величиной h'. Изъ этого уравненія слѣдуетъ

$$h' = 47{,}4\ \text{cm}$$

и изъ ур. 30a

$$F_e = 47{,}2\ \text{cm}^2$$

Этой площади поперечнаго сѣченія F_e арматуры соотвѣтствуютъ 9 стержней поперечникомъ въ 26 mm и площадью въ 47,78 cm² (см. таблицу № 4).

Если для значеній $h' = 47{,}4$ cm и $F_e = 47{,}2$ cm² ребристой плиты, полученныхъ приблизительнымъ разсчетомъ, напряженія σ_b и σ_e разсчитываются по точнымъ формуламъ 32 до 36, то выходитъ

$$\sigma_e = 975\ \text{kg/cm}^2 \text{ и } \sigma_b = 23\ \text{kg/cm}.$$

Напряженіе σ_b получается при этомъ гораздо меньше, чѣмъ предположено было, между тѣмъ какъ сопротивленіе желѣза почти вполнѣ используется.

Если это допускаютъ остальныя условія, то рекомендуется, принимать высоту h' по возможности большей, такъ какъ собственный вѣсъ реберъ въ сравненіи съ собственнымъ вѣсомъ плиты и временной нагрузкой играетъ только незначительную роль, а увеличеніемъ высоты ребра уменьшается желѣзная арматура и вмѣстѣ съ тѣмъ и издержки на устройство ребристыхъ плитъ.

Инженеръ Эльвицъ рекомендуетъ слѣдующія формулы*) для непосредственнаго опредѣленія полезной высоты h' и поперечнаго сѣченія желѣзной арматуры ребристой плиты при опредѣленныхъ напряженіяхъ σ_b и σ_e и моментѣ M.

Эти формулы дѣйствительны только для такого случая, что нейтральная ось проходитъ черезъ ребро ($x > d$) и при дѣйствіи положительнаго момента.

$$37.\quad h' = t + \sqrt{t^2 - \beta}$$

Въ этой формулѣ

$$t = \frac{M}{2\sigma_b\ .\ d\ .\ b} + \frac{d}{4}\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)$$

$$\alpha = \frac{n}{n + \gamma}$$

$$\gamma = \frac{\sigma_e}{\sigma_b}$$

$$\beta = \frac{d^2}{3\alpha}$$

$$38.\quad F_e = \frac{6\ (2\ \alpha\ .\ h' - d)}{3\ (2\alpha\ .\ h' - d)\ (2\ h' - d) + d^2}\cdot\frac{M}{\sigma_e}$$

Примѣръ. Предположимъ, что данныя тѣ же самыя, какъ въ предыдущемъ примѣрѣ: $M = 2000000$ cmkg, $\sigma_b = 35$ kg/cm², $\sigma_e = 1000$ kg/cm², $d = 10$ и $b = 2$ m.

*) Beton und Eisen. 1905. H. 1. u. II. S. 18 u. 38.

Тогда

$$\gamma = \frac{\sigma_e}{\sigma_b} = \frac{1000}{35} = 28{,}8;$$

$$\alpha = \frac{n}{n + \gamma} = \frac{15}{15 + 28{,}8} = 0{,}34;$$

$$\beta = \frac{d^2}{3\alpha} = \frac{10^2}{3 \cdot 0{,}34} = 98;$$

$$t = \frac{M}{2\sigma_b \cdot d \cdot b} + \frac{d}{4} \cdot \left\{1 + \frac{1}{\alpha}\right\} = \frac{2000000}{2 \cdot 35 \cdot 10 \cdot 200} + \frac{10}{4} \cdot \left\{1 + \frac{1}{0{,}34}\right\} = 23{,}42;$$

37. $$h' = t + \sqrt{t^2 - \beta} = 23{,}42 + \sqrt{23^2{,}42 - 98} = 44{,}62 \text{ cm}.$$

38. $$F_e = \frac{6(2\alpha \cdot h' - d)}{3(2\alpha \cdot h' - d)(2h' - d) + d^2} \cdot \frac{M}{\sigma_e} = \frac{6(2 \cdot 0{,}34 \cdot 44{,}62 - 10)}{3(2 \cdot 0{,}34 \cdot 44{,}62 - 10)(2 \cdot 44{,}62 - 10) + 10^2} \cdot \frac{2000000}{1000}$$

$$F_e = 50 \text{ cm}^2.$$

Полученные результаты мало отклоняются отъ результатовъ въ предыдущемъ примѣрѣ.

δ. *Разсчетъ размѣровъ ребристыхъ плитъ съ простой арматурой при дѣйствіи отрицательнаго момента.* Отрицательные моменты встрѣчаются надъ опорами неразрѣзныхъ ребристыхъ плитъ и таковыхъ съ задѣланными концами. Для этихъ опредѣляютъ высоту на основаніи наибольшаго положительнаго момента. Но такъ какъ отрицательные моменты надъ опорами больше положительнаго, то слѣдуетъ, соотвѣтственно этому большему моменту, увеличить высоту реберъ у опоръ. Это увеличеніе высоты производятъ книзу, давая ребру дугообразное нижнее ограниченіе. Такъ какъ при дѣйствіи отрицательнаго момента растянутая часть ребристой плиты лежитъ вверху нейтральной оси, то опредѣленное число изъ стержней нижней арматуры вблизи опоръ загибается поверхъ (обыкновенно подъ угломъ въ 45⁰), образующихъ арматуру въ растянутой части ребра. Затѣмъ разсчитываются напряженія σ_b и σ_e. Если то или другое напряженіе превосходитъ допускаемую величину, то, смотря по надобности, увеличиваютъ высоту ребра или прибавляютъ еще нужное число стержней къ верхней арматурѣ.

Во всякомъ случаѣ непосредственное опредѣленіе размѣровъ ребристыхъ плитъ на основаніи дѣйствія отрицательнаго момента почти никогда не требуется.

Впрочемъ опредѣленіе размѣровъ не представляетъ никакого затрудненія, если нейтральная ось проходитъ черезъ ребро и поэтому плита лежитъ въ растянутой части ребристой плиты.

Тогда можно пользоваться формулами для плитъ и балокъ съ прямоугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ съ шириной b_0 и сюда относящимися таблицами № 3 и № 5.

При пользованіи таблицами № 3 № 5 слѣдуетъ принимать во вниманіе, что онѣ составлены при предположеніи, что ширнна b прямоугольной плиты или балки равняется 1 m. Поэтому при пользованіи ими слѣдуетъ раздѣлить моментъ на ширину b_0 ребра въ метрахъ и помножить на b_0 въ метрахъ полученное для 1 m ширины поперечное сѣченіе F_e арматуры.

Примѣръ. На ребристую плиту дѣйствуетъ отрицательный моментъ M = 2400000 cmkg.

Требуется, опредѣлить h' и F_e при $\sigma_b = 40$ kg/cm², $\sigma_e = 1000$ kg/cm² и $b_0 = 0{,}4$ m.

Тогда

$$M_1 = \frac{M}{b_0} = \frac{2400000}{0{,}4} = 6000000 \text{ cmkg}$$

$$\sqrt{M_1} = \sqrt{6000000} = 2450.$$

Изъ таблицы № 3 получается

$$h' = 0{,}039 \sqrt{M_1} = 0{,}039 \cdot 2450 = 95{,}5 \text{ cm};$$

$$F_{e_1} = 0{,}0293 \cdot \sqrt{M_1} = 0{,}0293 \cdot 2450 = 71{,}8 \text{ cm}^2.$$

Требуемое поперечное сѣченіе

$$F_e = b_0 . F_{e_1} = 0{,}4 . 71{,}8 = 28{,}7 \text{ cm}^2.$$

Арматура составляется изъ 5 стержней поперечникомъ въ 27 mm и площадью въ 28,63 cm² (Таблица № 4).

b. Разсчетъ ребристыхъ плитъ съ двойной арматурой при дѣйствіи положительнаго момента. *α. Разсчетъ напряженій σ_b, σ_e и σ_e' при дѣйствіи положительнаго момента.* Различаютъ относительно положенія нейтральной оси три случая.

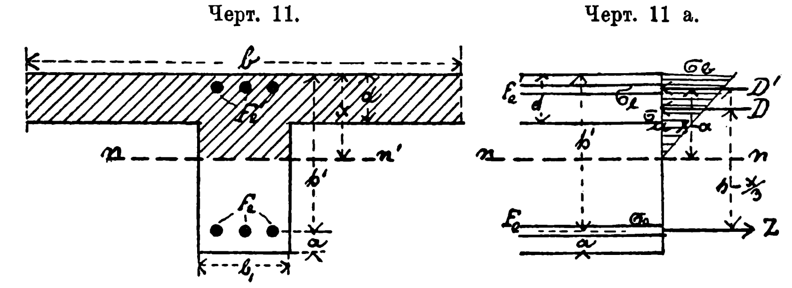
1) Нейтральная ось лежитъ въ плитѣ ($x < d$).

2) Нейтральная ось совпадаетъ съ нижней гранью плиты ($x = d$).

Въ случаѣ I и II напряженія σ_b, σ_e и σ_e' въ ребристой плитѣ могутъ разсчитываться такимъ же образомъ, какъ напряженія въ плитѣ или балкѣ прямоугольнаго поперечнаго сѣченія съ двойной арматурой, такъ какъ ребро находится въ растянутой части ребристой плиты и, поэтому, не принимается въ разсчетъ.

Разсчетъ производится по формуламъ 19 до 22.

3) Нейтральная ось проходитъ черезъ ребро ($x > d$) (черт. 11 и 11a).


Черт. 11. Черт. 11 a.

При разсчетѣ напряженій для 3-го случая можно пренебречь напряженіями въ части ребра, находящейся между нейтральной осью и плитой.

Тогда можно разсчитать x на основаніи положенія, что сумма статическихъ моментовъ частей полезнаго поперечнаго сѣченія относительно нейтральной оси равняется нулю.

$$\frac{x^2 . b}{2} - \frac{(x-d)^2}{2} . b + 2n . \left[F_e' (x - a) - F_e (h' - x)\right] = 0.$$

Изъ этого уравненія слѣдуетъ

$$39. \quad x = \frac{2n (F_e' . a + F_e . h') + b . d^2}{2 \left[d . b + n . (F_e + F_e')\right]}.$$

Такъ какъ общая формула для простого изгиба дѣйствительна также для желѣзо-бетонныхъ тѣлъ, подвергающихся изгибу, то получается

$$40. \quad \sigma_b = \frac{M . x}{J_n},$$

гдѣ J_n означаетъ моментъ инерціи полезнаго поперечнаго сѣченія ребристой плиты относительно нейтральной оси.

$$41. \quad J_n = \frac{b . x^3}{3} - \frac{(x-d)^3 . b}{3} + n . F'_e . (x - a)^2 + n . F'_e . (h' - x)^2.$$

Напряженія σ_e и σ'_e получаются изъ уравненій

$$19. \quad \sigma_e = n . \sigma_b . \frac{h' - x}{x} \text{ и } 20 \; \sigma'_e = n . \sigma_b . \frac{x - a}{x}.$$

Примѣръ. Пусть даны: $h = 83$ cm, $a = 3$ cm, $h' = h - a = 80$ cm, $b = 2{,}5$ m, $b_0 = 0{,}45$ m, $d = 10$ cm, $F_e = 50$ cm², $F'_e = 30$ cm² и $n = 15$.

На ребристую плиту дѣйствуетъ положительный моментъ $M = 4000000$ cmkg.

По ур. 39 получается

$$x = \frac{2n . (F'_e . a + F_e . h') + b . d^2}{2 \left[b . d + n . (F'_e + F_e)\right]} = \frac{2 . 15 . (30 . 3 + 50 . 80) + 250 . 10^2}{2 \left[250 . 10 + 15 . (30 + 50)\right]} = 20 \text{ cm},$$

и по ур. 41

$$J_n = \frac{b \cdot x^3}{3} - \frac{(x-d)^3 \cdot b}{3} + n \cdot F'_e \cdot (x-a)^2 + n \cdot F_e \cdot (h'-x)^2$$

$$J_n = \frac{250 \cdot 20^3}{3} - \frac{(20-10)^3 \cdot 250}{3} + 15 \cdot 30 \cdot (20-3)^2 + 15 \cdot 50 \cdot (80-20)^2$$

$$J_n = 3413556 \text{ cm}^4.$$

Изъ ур. 40 слѣдуетъ

$$\sigma_b = \frac{M \cdot x}{J_n} = \frac{4000000 \cdot 20}{3413566} = \sim 24 \text{ kg/cm}^2$$

и изъ ур. 19 и 20

$$\sigma_e = \frac{n \cdot \sigma_b \cdot (h'-x)}{x} = \frac{15 \cdot 24 \cdot (80-20)}{20} = 1080 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma'_e = \frac{n \cdot \sigma_b \cdot (x-a)}{x} = \frac{15 \cdot 24 \cdot (20-3)}{20} = 306 \text{ kg/cm}^2$$

При ребристой плитѣ съ указанными размѣрами верхняя арматура мало используется, между тѣмъ какъ напряженія въ нижней арматурѣ немного превосходятъ допускаемыя.

β. *Разсчетъ размѣровъ ребристыхъ плитъ съ простой арматурой при дѣйствіи отрицательнаго момента.* При предположеніи, что нейтральная ось лежитъ въ плитѣ ($x < d$) или совпадаетъ съ нижней гранью ея ($x = d$), ребро цѣликомъ находится въ растянутой части ребристой плиты и, поэтому, не принимается въ разсчетъ. Въ виду этого формулы для разсчета размѣровъ прямоугольныхъ плитъ и балокъ съ двойной арматурой находятъ примѣненіе для настоящихъ случаевъ. Указываемъ на формулы 23 до 26.

Если нейтральная ось проходитъ черезъ ребро, то рекомендуется, предварительно принимать размѣры ребристой плиты и желѣзную арматуру, соотвѣтственно даннымъ условіямъ, а затѣмъ, для повѣрки, разсчитать напряженія.

γ. *Разсчетъ напряженій ребристыхъ плитъ съ двойной арматурой при дѣйсшвіи отрицательнаго момента.* При дѣйствіи отрицательнаго момента на практикѣ почти исключительно встрѣчаются тѣ оба случая, гдѣ нейтральная ось совпадаетъ съ нижней гранью плиты или проходитъ черезъ ребро. Въ обоихъ случаяхъ плита цѣликомъ находится въ растянутой части ребристой плиты и не принимается въ разсчетъ, такъ что формулы 19 до 22 для прямоугольныхъ плитъ и балокъ могутъ быть примѣняемы, при чемъ въ нихъ замѣняется b черезъ b_0.

δ. *Разсчетъ размѣровъ ребристыхъ плитъ съ двойной арматурой при дѣйствіи отрицательнаго момента.* Если нейтральная ось совпадаетъ съ нижней гранью плиты или проходитъ черезъ ребро, то по уже извѣстнымъ причинамъ формулы 23 до 26 для прямоугольныхъ плитъ и балокъ съ двойной арматурой находятъ примѣненіе.

Такъ какъ разсчетъ ребристыхъ плитъ очень обстоятеленъ, то для практики рекомендуется пользованіе таблицами, составленными Kaufmann'омъ: Tabellen für Eisenbetonconstructionen. Изданіе Wilhelm Ernst, Berlin.

E. *Разсчетъ срѣзывающихъ, скалывающихъ напряженій и напряженій сцѣпленія.* Вертикальная поперечная сила Q, дѣйствующая на горизонтальную плиту или балку, вызываетъ въ поперечномъ сѣченіи ихъ срѣзывающія и въ горизонтальномъ скалывающія напряженія.

Для однороднаго матеріала формула для срѣзывающаго напряженія τ въ поперечномъ сѣченіи F гласитъ

$$\tau = \frac{Q}{F}.$$

Наибольшее срѣзывающее напряженіе находится у опоръ, гдѣ Q принимаетъ наибольшее значеніе.

При плитахъ или балкахъ изъ желѣзо-бетона принимается, что срѣзывающія напряженія равномѣрно распредѣляются по поперечнымъ сѣченіямъ бетона и желѣзной арматуры. Тогда срѣзывающее напряженіе въ бетонѣ въ kg/cm² будетъ

$$42.\quad \tau_b = \frac{Q}{F_b + n.F_e},$$

гдѣ означаютъ: F_b — поперечное сѣченіе бетона, F_e — поперечное сѣченіе желѣзной арматуры и $n = \frac{E_e}{E_b}$.

Срѣзывающее напряженіе въ желѣзной арматурѣ въ kg/cm² равняется

$$43.\quad \tau_e = \frac{Q}{F_e + \frac{F_b}{n}}.$$

Срѣзывающія напряженія очень рѣдко опредѣляются, такъ какъ они въ употребительныхъ въ гражданскомъ строительномъ дѣлѣ конструкціяхъ потолковъ не достигаютъ допускаемыхъ $\tau_b = 4{,}5$ kg/cm² и $\tau_e = 800$ kg/cm².

Напротивъ того необходимо, опредѣлить скалывающія напряженія.

a. Разсчетъ скалывающихъ напряженій въ прямоугольной плитѣ или балкѣ съ простой арматурой. Разсчетъ скалывающихъ напряженій производится при предположеніи, что растягивающія напряженія въ бетонѣ не приняты во вниманіе.

Для однороднаго матеріала получается наибольшее скалывающее напряженіе въ нейтральномъ слоѣ плиты или балки по формулѣ

$$\tau_0 = \frac{Q.S}{J_n\,.\,b},$$

гдѣ означаютъ: Q — наибольшую поперечную силу, S — статическій моментъ поперечнаго сѣченія сжатой части плиты или балки, J_n — моментъ инерціи полезнаго поперечнаго сѣченія относительно нейтральной оси и b — ширину плиты или балки.

Для желѣзо-бетонной плиты или балки получается

$$S = \frac{b.x^2}{2} \text{ и } J_n = \frac{b.x^3}{3} + n.F_e\,(h'-x)^2$$

Если эти значенія S и J_n подставляются въ формулу для τ_0, то слѣдуетъ

$$\tau_0 = \frac{Q.\frac{b.x^2}{2}}{b.\left(\frac{b.x^3}{3} + n.F_e\,(h'-x)\right)}$$

Изъ формулы 12 получается

$$F_e = \frac{b}{2n}\cdot\frac{x^2}{h'-x}$$

При помощи этого значенія F_e формула для τ_0 принимаетъ слѣдующій видъ:

$$44.\quad \tau_0 = \frac{Q}{b.\left(h' - \frac{x}{3}\right)}.$$

На основаніи выше упомянутаго предположенія скалывающее напряженіе остается постояннымъ отъ нейтральной оси до желѣзной арматуры.

b. Разсчетъ напряженій сцѣпленія. Для сохраненія связи между бетономъ и желѣзомъ, напряженія сцѣпленія, дѣйствующія у поверхности желѣзной арматуры плиты шириной b и на длину въ 1 cm, должны равняться скалывающимъ напряженіямъ $b.\tau_0$, полученнымъ по формулѣ 44 для полосы шириной b и длиной въ 1 cm.

Если означаетъ τ_1 — напряженіе сцѣпленія въ kg/cm² и u — периметръ желѣзной арматуры для ширины b, то будетъ

$$\tau_1.u = \tau_0.\,b \quad \text{и}$$

$$45. \quad \tau_1 = \frac{\tau_0 . b}{u} = \frac{Q}{h' - \frac{x}{3}}$$

Примѣръ. Желѣзо-бетонная плита имѣетъ слѣдующіе размѣры: $l = 2$ m, $h' = 9$ cm, $F_e = 6{,}79$ cm² (6 стержней съ поперечникомъ въ 12 mm). Собственный вѣсъ и временная нагрузка $q = 820$ kg/cm².

По прежнему получается

$$x = 3{,}38 \text{ cm}$$

Для ширины $b = 100$ cm будетъ

$$Q = \frac{q . l}{2} = \frac{820 . 2}{2} = 820 \text{ kg}$$

По ур. 44

$$\tau_0 = \frac{Q}{b . \left(h' - \frac{x}{3}\right)} = \frac{820}{100 . \left(9 - \frac{3{,}38}{3}\right)} = 1{,}04 \text{ kg/cm}^2$$

Такъ какъ желѣзная арматура для ширины $b = 100$ cm состоитъ изъ 6 стержней поперечникомъ въ 12 mm, то сумма периметровъ ихъ

$$u = 6 . \ 3{,}14 . \ 1{,}2 = 22{,}6 \text{ cm}$$

и поэтому напряженіе сцѣпленія по формулѣ 45

$$\tau_1 = \frac{\tau_0 . b}{u} = \frac{1{,}04 . 100}{22{,}6} = 4{,}6 \text{ kg/cm}^2$$

c. **Разсчетъ скалывающихъ напряженій въ ребристыхъ плитахъ.** Формула 44 остается дѣйствительной также для ребристыхъ плитъ, если вмѣсто $h' - \frac{x}{3}$ подставляется разстояніе желѣзной арматуры отъ точки приложенія силы D и вмѣсто b ширина b_0 ребра.

Поэтому, для $x < d$ (черт. 7 и 7а) формула 44 принимаетъ слѣдующій видъ:

$$46. \quad \tau_0 = \frac{Q}{b_0 . \left(h' - \frac{x}{3}\right)},$$

между тѣмъ какъ для $x > d$ (черт. 9 и 9а) получается

$$47. \quad \tau_0 = \frac{Q}{b_0 . (h' - x + y)}.$$

Примѣръ. Для разсчитанной на страницѣ 515 ребристой плиты, свободно лежащей на двухъ опорахъ, пролетъ $l = 5{,}5$ m и нагрузка на погонный метръ $q = 3780$ kg/m.

Тогда будетъ

$$Q = \frac{q . l}{2} = \frac{3780 . 5{,}5}{2} = 10395 \text{ kg}$$

и скалывающее напряженіе по формулѣ 47

$$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 . (h' - x + y)} = \frac{Q}{28 \ (57 - 13{,}1 + 9{,}1)} = 7 \text{ kg/cm}^2.$$

Напряженіе сцѣпленія получается по формулѣ 45.

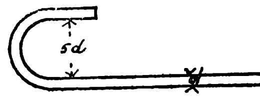
$$\tau_1 = \frac{\tau_0 . b_0}{u} = \frac{7 . 28}{5 . 2{,}8 . 3{,}14} = 4{,}5 \text{ kg/cm}^2.$$

При этомъ предполагается, что всѣ 5 стержней поперечникомъ въ 28 mm проходятъ безъ изгиба до опоръ.

Для усиленія сопротивленія бетона скольженію по поверхности желѣзной арматуры концы стержней у опоръ до сихъ поръ загнулись уже извѣстнымъ образомъ.

Теперь Considère рекомендуетъ новую форму крючкообразныхъ загнутыхъ концовъ (черт. 12),

Черт. 12.



которая по опытамъ очень значительно повышаетъ сопротивленіе бетона скольженію и во всякомъ случаѣ на практикѣ заслуживаетъ обширнаго примѣненія.

Если d означаетъ поперечникъ стержня, то разстояніе между послѣднимъ и загнутымъ въ параллельное къ нему положеніе концомъ его должно составлять не менѣе 5 d.

Такъ какъ наибольшее допускаемое скалывающее напряженіе бетона составляетъ только 4,5 kg/cm², то слѣдуетъ располагать особыя приспособленія для воспринятія той части напряженій, превосходящей допускаемыя (въ предыдущемъ примѣрѣ 7 — 4, 5 = 2,5 kg/cm²).

Мѣсто въ продольномъ сѣченіи балки, съ котораго такія приспособленія становятся необходимыми, находится слѣдующимъ образомъ.

Если для ребристой плиты ($x > d$) получено было скалывающее няпряженіе по ур. 47

$$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 . (h' - x + y)}$$

а если значеніе τ_0 больше допускаемаго напряженія τ_z, то можно написать

$$\tau_0 = \tau_z + \tau_r,$$

гдѣ τ_r представляетъ ту часть скалывающаго напряженія, которая должна быть воспринимаема особыми приспособленіями. Значенію τ_z соотвѣтствуетъ поперечная сила Q_1, которая получается при равномѣрной нагрузкѣ q въ kg на пог. метръ изъ пропорціи

$$\frac{Q}{\tau_0} = \frac{Q_1}{\tau_z}; \; Q_1 = \frac{Q}{\tau_0} . \tau_z .$$

Если извѣстна поперечная сила Q_1, то можно опредѣлить положеніе поперечнаго сѣченія, въ которомъ дѣйствуетъ эта сила Q_1, т.-е. разстояніе этого поперечнаго сѣченія отъ опоры по уравненію.

$$\xi = \frac{Q - Q_1}{q} .$$

Примѣръ.*) Равномѣрно распредѣленная нагрузка на пог. метръ ребристой плиты q = 1300 kg/m; пролетъ l = 9,6 m, толщина плиты d = 10 cm, полезная высота h' = 56 cm, ширина плиты b = 150 cm и ребра b_0 = 25 cm.

Изъ разсчета по прежнему получаются x = 16,88 cm и y = 12,58 cm ($x > d$).

Теперь

$$Q_{max} = Q = \frac{q . l}{2} = \frac{1300 . 9{,}6}{2} = 6240 \text{ kg}.$$

Изъ этого слѣдуетъ

$$\tau_0 = \frac{Q}{b_0 . (h' - x + y)} = \frac{6240}{25 . (56 - 16{,}88 + 12{,}58)} = 5 \text{ kg/cm}^2.$$

Если наибольшее допускаемое скалывающее напряженіе τ_z = 4,5 kg/cm², то

$$\tau_r = \tau_e - \tau_z = 5 - 4{,}5 = 0{,}5 \text{ kg/cm}^2.$$

Далѣе получается

$$Q_1 = \frac{Q}{\tau_0} . \tau_z = \frac{6240 . 4{,}5}{5} = 5610 \text{ kg}.$$

Изъ этого слѣдуетъ

$$\xi = \frac{Q - Q_1}{q} = \frac{6350 - 5610}{1300} = 0{,}5 \text{ m}.$$

Для послѣдняго полуметра у опоръ слѣдуетъ располагать особыя приспособленія для воспринятія скалывающаго напряженія τ_r = 0,5 kg/cm².

*) Foerster. Das Material und die Berechnung der Eisenbetonbauten.

Если желѣзная арматура состоитъ изъ 4 стержней, каждый поперечникомъ въ 2,2 cm, то слѣдуетъ для напряженія сцѣпленія изъ ур. 45

$$\tau_1 = \frac{\tau_0 . b_0}{u} = \frac{5.25}{4.2{,}2.3{,}14} = 4{,}5 \text{ kg/cm}^2$$

т.-е. напряженіе сцѣпленія остается внутри допускаемыхъ предѣловъ.

Приспособленія для воспринятія той части скалывающихъ напряженій, превосходящей допускаемый предѣлъ, встрѣчаются на практикѣ двоякаго вида: стержни арматуры, загнутые вверхъ, и наклонныя или перпендикулярныя къ продольной оси балки подвѣски или хомуты.

При этомъ замѣтимъ, что по новѣйшимъ опытамъ Mörsch'а загнутые вверхъ стержни арматуры въ гораздо большей мѣрѣ оказываются удобными для сопротивленія скалывающимъ усиліямъ, чѣмъ подвѣски.

Кромѣ того, опыты Mörsch'а ясно показали, что загнутые стержни арматуры воспринимаютъ косыя главныя растягивающія напряженія.

Такъ какъ скалывающія напряженія всегда встрѣчаются парами, то продольнымъ напряженіямъ соотвѣтствуютъ поперечныя равной величины. При предположеніи, что нормальныхъ перпендикулярно къ волокнамъ балки направленныхъ напряженій не имѣется, а одно лишь нормальное напряженіе σ, направленное параллельно къ волокнамъ балки, получаются косыя главныя напряженія изъ слѣдующихъ формулъ

$$\sigma_I = \frac{\sigma}{2} + \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau_0^2} \text{ и } \sigma_{II} = \frac{\sigma}{2} - \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau_0^2}.$$

Направленія этихъ напряженій узнаются изъ формулъ

$$\operatorname{tg} 2\alpha = -\frac{2\tau_0}{\sigma}.$$

Къ нейтральномъ слоѣ $\sigma = 0$, такъ что предыдущія формулы переходятъ въ

$$\sigma_I = \tau_0, \ \sigma_{II} = -\tau_0 \text{ и } \alpha = 45;$$

т.-е. площадки бетона, наклонныя къ нейтральной оси подъ угломъ въ 45^0, подвергаются по одному направленію растягивающимъ, а по другому сжимающимъ усиліямъ.

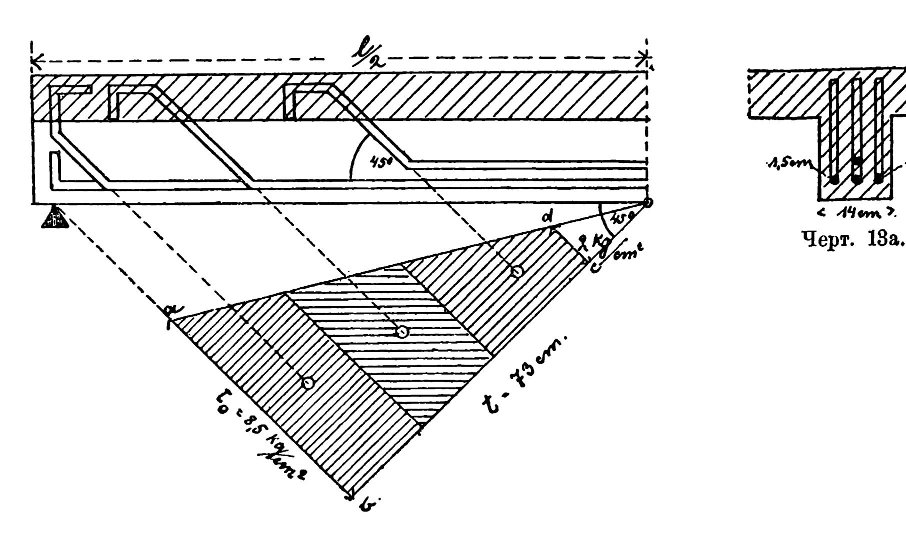
Для воспринятія косыхъ главныхъ растягивающихъ напряженій σ_I, слѣдуетъ располагать стержни подъ угломъ въ 45^0 къ нейтральной оси. Косыя главныя сжимающія напряженія безусловно воспринимаются бетономъ.

Для воспринятія косыхъ растягивающихъ напряженій только въ очень рѣдкихъ случаяхъ располагаются особые стержни. Обыкновенно оказывается достаточнымъ, изгибать вверхъ опредѣленное число стержней нижней арматуры, если это допускаетъ величина изгибающаго момента, и скрѣпить ихъ въ верхней части балки съ бетономъ.

При разсчетѣ поперечнаго сѣченія изгибаемыхъ стержней слѣдуетъ принимать во вниманіе, что косое главное растягивающее напряженіе $\sigma_I = \tau_0$ и что при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ τ_0 увеличивается отъ середины пролета до опоръ пропорціонально разстоянію поперечныхъ сѣченій въ которыхъ дѣйствуетъ τ_0, и, наконецъ, что наибольшее допускаемое растягивающее напряженіе бетона принимается только въ 2 kg/cm². Поэтому поперечное сѣченіе изгибаемыхъ стержней опредѣляется на основаніи этого предѣльнаго значенія $\tau_0 = 2$ kg/cm² и наибольшаго значенія τ_0 у опоръ.

По пропорціональности скалывающихъ напряженій и разстояній ихъ отъ середины пролета, гдѣ $\tau_0 = 0$, площадь, представляющая скалывающія напряженія, органичивается прямой линіей (черт. 13 и 13а). Теперь можно раздѣлить полученную площадь скалывающихъ напряженій на нѣкоторое число трапецій, площади которыхъ непосредственно представляютъ косыя растягивающія напряженія, воспринимаемыя изгибаемыми стержнями нижней арматуры, которые располагаются въ центрѣ тяжести отдѣльныхъ трапецій.

Если поперечники изгибаемыхъ стержней имѣютъ равную величину, тогда площадь скалывающихъ напряженій также раздѣляется на опредѣленное число трапецій равной площади, соотвѣтствующее числу изгибаемыхъ стержней.



Черт. 13.

Черт. 13а.

Примѣръ. (Черт. 13 и 13а). Ширина ребра $b_0 = 14$ cm. Скалывающее напряженіе у опоръ $\tau_0 = 8{,}5$ kg/cm². Изъ чертежа 13 получается $t = 73$ cm. Тогда сумма скалывающихъ напряженій, равняющаяся суммѣ косыхъ растягивающихъ напряженій.

$$\Sigma \tau = Z = \frac{2 + \tau_0}{2} \cdot t \cdot b_0 = \frac{2 + 8{,}5}{2} \cdot 73 \cdot 14 = 5366 \text{ kg}.$$

Если 3 стержня, каждый поперечникомъ въ 1,5 cm, изгибаются и равномѣрно распредѣляются на трапецію a b c d скалывающихъ напряженій, то растявивающее напряженіе въ каждомъ стержнѣ

$$\sigma_e = \frac{Z}{\frac{3 \cdot \pi \cdot d^2}{4}} = \frac{5366}{\frac{3 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}5^2}{4}} = 1000 \text{ kg/cm}^2$$

Какъ уже сказано было, для воспринятія скалывающихъ напряженій на практикѣ также располагаются подвѣски или хомуты. Наклонное положеніе посѣднихъ по практическимъ причинамъ не рекомендуется, такъ что при разсчетѣ слѣдуетъ принимать во вниманіе вертикальное положеніе ихъ.

По опытамъ Mörsch'а подвѣски воспринимаютъ только очень незначительную часть скалывающихъ напряженій, почему въ статистическомъ отношеніи въ употребленіи ихъ надобности нѣтъ. Не смотря на то, подвѣски не оказываются излишними, потому что онѣ защищаютъ конструкцію отъ непредвидныхъ случаевъ, обезпечиваютъ связь плиты съ ребромъ и въ средней части ребристой плиты, гдѣ изогнутыхъ стержней не имѣется, при односторонней нагрузкѣ сопротивляются небольшимъ скалывающимъ усиліямъ.

Подвѣски увеличиваютъ также сопротивленіе бетона скалывающимъ усиліямъ въ нейтральномъ слоѣ и служатъ для равномѣрнаго распредѣленія ихъ по всей высотѣ поперечнаго сѣченія ребра.

Если въ ребристыхъ плитахъ, балкахъ и т. п. расположены изогнутые стержни, воспринимающіе всѣ косыя растягивающія напряженія, то подвѣски могутъ быть разсматриваемы, какъ средство для увеличенія безопасности конструкціи.

Ниже слѣдующій разсчетъ предназначенъ, давать возможность цѣлесообразнаго расположенія подвѣсокъ.

Предположимъ, что подвѣски должны быть въ состояніи воспринимать всѣ скалывающія напряженія въ продольныхъ волокнахъ.

Если означаютъ Q — поперечную силу, 2f — площадь поперечнаго сѣченія одной подвѣски, r — число подвѣсокъ для поперечнаго сѣченія бетонной балки шириной b, e — разстояніе подвѣсокъ другъ отъ друга, τ_e — срѣзывающее напряженіе желѣза и τ_0 — скалывающее напряженіе бетона, то получается

$$r \cdot 2f \cdot \tau_e = e \cdot b \cdot \tau_0.$$

По ур. 44

$$\tau_0 = \frac{Q}{b.\left(h' - \frac{x}{3}\right)}.$$

Если подставимъ это значенiе τ_0 въ предыдущее уравненiе, то получимъ

$$r.2f.\tau_e = \frac{Q.e}{h' - \frac{x}{3}}$$

и

$$48.\ \tau_e = \frac{Q.e}{r.2f.\left(h' - \frac{x}{3}\right)} \text{ и } 49.\ e = \frac{\tau_e.r.2f\left(h' - \frac{x}{3}\right)}{Q}.$$

Эти формулы дѣйствительны для ребристыхъ плитъ, если $x \leqq d$, и для прямоугольныхъ плитъ и балокъ.

Если $x \geqq d$, тогда онѣ переходятъ на основанiи формулы 47 въ

$$50.\ \tau_e = \frac{Q.e}{r.2f.(h' - x + y)} \text{ и } 51.\ e = \frac{\tau_e.r.2f.(h' - x + y)}{Q}.$$

Такъ какъ Q возрастаетъ отъ середины пролета до опоръ, то разстоянiе e соотвѣтственно уменьшается до опоръ.

Обыкновенно на практикѣ принимается $\tau_e = 600-800$ kg/cm².

Если подвѣски должны сопротивляться только той части скалывающихъ напряженiй, которую бетонъ не можетъ воспринимать, тогда поступаютъ слѣдующимъ образомъ.

Изъ ур. 44 получается скалывающая сила

$$Q = b.\left(h' - \frac{x}{3}\right).\tau_0$$

и, соотвѣтственно значенiю $\tau_z = 4{,}5$ kg/cm², скалывающая сила

$$Q_1 = b.\left(h' - \frac{x}{3}\right).4{,}5,$$

такъ что часть скалывающей силы, которая должна восприниматься подвѣсками

$$Q_2 = Q - Q_1 = r.2f.\tau_e$$

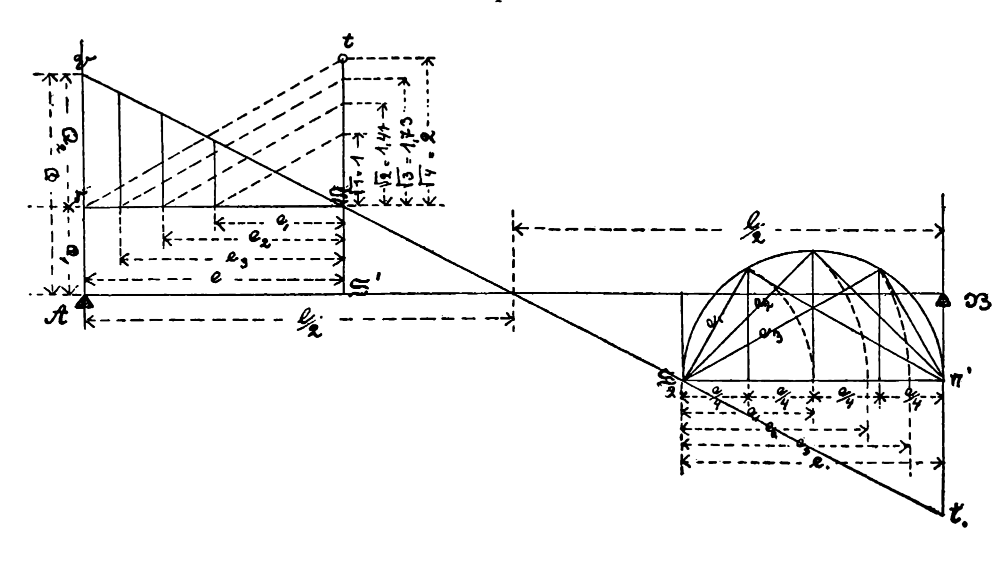
если $r.2f$ означаетъ цѣлое поперечное сѣченiе и r — число подвѣсокъ для ширины b плиты и балокъ и τ_e — допускаемое срѣзывающее напряженiе желѣза.

При ребристыхъ плитахъ въ предыдущихъ формулахъ подставляется b_0 вмѣсто b, если $x \geqq d$, и $h' - x + y$ вмѣсто $h' - \frac{x}{3}$, если $x > d$.

Если подвѣски должны быть распредѣлены такимъ образомъ, чтобы каждая изъ нихъ воспринимала равную часть скалывающей силы, то можно, при опредѣленiи разстоянiя ихъ другъ отъ друга, поступать слѣдующимъ образомъ.

Начерчиваютъ при предположенiи равномѣрно распредѣленной нагрузки прямую линiю поперечныхъ силъ для ребристой плиты пролетомъ $AB = l$.

Чрт. 14.



Для этой цѣли наносится надъ опорами опорное давленіе Q и затѣмъ значеніе $Q_1 = b_0 . a . 4{,}5$, гдѣ $a = h' - x + y$, относительно $= h' - \frac{x}{3}$.

Горизонтальная линія черезъ точку r пересѣкается съ прямой поперечныхъ силъ въ точкѣ S. Тогда ясно, что отъ середины пролета до точки S′ бетонъ можетъ воспринимать скалывающія напряженія и по теоретическимъ соображеніямъ въ подвѣскахъ здѣсь не нуждаются.

Вся скалывающая сила, которой должны сопротивляться подвѣски, будетъ

$$z . r . 2f . \tau_e = \frac{F^{*)}}{a},$$

гдѣ F — представляетъ площадь треугольника Srv, $a = h' - \frac{x}{3}$, относительно $= h' - x + y$ и z — число рядовъ подвѣсокъ, и r — число подвѣсокъ въ одномъ ряду, при чемъ считается на одну подвѣску площадь въ 2f.

Изъ предыдущаго уравненія слѣдуетъ

$$z = \frac{F}{r . 2f . \tau_e . a}.$$

Если каждая изъ подвѣсокъ должна воспринимать скалывающія напряженія равной величины, то находится положеніе ихъ въ центрахъ тяжести полосъ, представляющихъ части равной площади треугольника Srv. Положеніе прямыхъ дѣленія опредѣляется на основаніи теоремы, что площади подобныхъ треугольниковъ пропорціональны квадрату высоты ихъ.

Если, напримѣръ, изъ разсчета получилось $z = 4$, то (черт. 14)

$$F : {}^3/_4 . F : {}^1/_2 . F : {}^1/_4 . F = e^2 : e_3{}^2 : e_2{}^2 : e_1{}^2.$$

Изъ этого слѣдуетъ

$$e : e_3 : e_2 : e_1 = \sqrt{4} : \sqrt{3} : \sqrt{2} : \sqrt{1}.$$

Значенія $\sqrt{4}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{2}$ и $\sqrt{1}$ наносятъ на вертикали St, проводятъ линію rt и параллельныя къ ней линіи черезъ конечныя точки значеній $\sqrt{4}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{2}$ и $\sqrt{1}$. При помощи точекъ пересѣченія параллельныхъ линій съ линіей rS опредѣляется положеніе прямыхъ дѣленія.

Другой способъ опредѣленія положенія прямыхъ дѣленія слѣдующій.

---

*) Если τ_x означаетъ ту часть скалывающаго напряженія, воспринимаемую подвѣсками, для длины dx и ширины b въ разстояніи x отъ точки S (черт. 14) и Q_x — поперечную силу въ указанномъ сѣченіи, то въ виду ур. 44

$$\tau_x = \frac{Q_x . dx}{a} \text{ и таку какъ } Q_x : Q_2 = x : Sr \text{ и } Q_x = \frac{Q_2}{Sr} . x \text{ то } \tau_x = \frac{Q_2}{a . Sr} x . dx$$

и вся скалывающая сила, воспринимаемая подвѣсками

$$\Sigma\tau_x = \frac{Q_2}{a . Sr}\int_0^{Sr} x . dx = \frac{Q_2 . Sr}{2 . a} = \frac{F}{a}.$$

Изъ предыдущаго уравненія получается

$$e_1^2 = \frac{e}{4} \cdot e\,;$$

т.-е. e_1 представляетъ среднюю пропорціональную величинъ $\frac{e}{4}$· и e.

Равнымъ образомъ слѣдуетъ

$$e_2 = \frac{e}{2} \cdot e \text{ и } e_3 = \frac{3}{4}\,e \,.\, e.$$

На основаніи этихъ отношеній произведена конструкція на правой сторонѣ пролета (черт. 14).

F. *Разсчетъ подпоръ.* a. Разсчетъ подпоръ съ центральной нагрузкой и съ симметрическимъ поперечнымъ сѣченіемъ на сжатіе. Подпоры всякаго рода, подвергающіяся центральнымъ сжимающимъ усиліямъ, оказываютъ симметрическій видъ бетоннаго поперечнаго сѣченія и желѣзной арматуры.

Желѣзная арматура должна составлять не менѣе 0,8% и не болѣе 2% всего поперечнаго сѣченія, при чемъ стержни ея должны быть предохранены отъ продольнаго изгиба извѣстными поперечными связами.

Если укороченіе въ бетонѣ и желѣзѣ имѣютъ равную величину, то получается на основаніи уравненія

$$2.\quad \varepsilon_b = \frac{\sigma_b^m}{E_b} \quad \text{и} \quad 3.\quad \varepsilon_e = \frac{\sigma_e}{E_e}$$

При $m = 1$

$$\frac{\sigma_b}{\sigma_e} = \frac{E_b}{E_e} = \frac{1}{n}$$

или

$$52.\quad \sigma_e = n \,.\, \sigma_b \quad \text{и 52a.} \quad \sigma_b = \frac{\sigma_e}{n}$$

Изъ ур. 52 видно, что напряженія σ_e и σ_b находятся въ взаимной зависимости; поэтому они никогда не могутъ одновременно достигать наибольшаго допускаемаго значенія, а именно всегда сопротивленіе желѣза не вполнѣ используется.

Если P означаетъ центральную нагрузку подпоры, F_b и F_e — поперечныя сѣченія бетона и желѣзной арматуры, то

$$P = \sigma_b \,.\, F_b + \sigma_e \,.\, F_e = \sigma_b \,.\, F_b + n \,.\, \sigma_b \,.\, F_e = \sigma_b \,.\, (F_b + n \,.\, F_e),$$

откуда

$$53.\quad \sigma_b = \frac{P}{F_b \left(1 + n \,.\, \frac{F_e}{F_b}\right)}; \qquad 54.\quad \sigma_e = \frac{P}{F_e \,.\, \left(1 + \frac{F_b}{n \,.\, F_e}\right)};$$

$$55.\quad F_b = \frac{P}{\sigma_b \,.\, \left(1 + \frac{n \,.\, F_e}{F_b}\right)}; \qquad 56.\quad F_e = \frac{P}{\sigma_e \,.\, \left(1 + \frac{F_b}{n \,.\, F_e}\right)}.$$

$\varphi = \frac{F_e}{F_b}$ представляетъ процентное содержаніе желѣза въ бетонномъ поперечномъ сѣченіи.

При $\varphi = 1\%$. $\sigma_b = 40$ kg/cm², $\sigma_e = n \,.\, \sigma_b$ и $n = 15$ выходитъ изъ ур. 55

$$F_b = \frac{P}{40\left(1 + \frac{15 \,.\, 1}{100}\right)} = \frac{P}{46} \text{ cm}^2$$

и изъ ур. 56

$$F_e = \frac{P}{15 \,.\, 40\left(1 + \frac{100}{1 \,.\, 15}\right)} = \frac{P}{4600} \text{ cm}^2$$

Эти формулы могутъ быть употребляемы для приблизительныхъ разсчетовъ.

Поперечное сѣченіе желѣзной арматуры не вычитается отъ поперечнаго сѣченія бетона.

Примѣръ. Пусть дана: $P = 70000$ kg, $\sigma_b = 25$ kg/cm² и $\varphi = \frac{F_e}{F_b} = 0{,}01$ (1%).

Требуется, опредѣлить F_b, F_e и σ_e.

По ур. 52.

$$\sigma_e = n \,.\, \sigma_b = 15 \,.\, 25 = 375 \text{ kg/cm}^2;$$

по ур. 55

$$F_b = \frac{70000}{25 \,.\, (1 + 15 \,.\, 0{,}01)} = 2435 \text{ cm}^2.$$

и сторона квадратнаго поперечнаго сѣченія подпоры

$$a = \sqrt{2435} = 49{,}4 \text{ cm}.$$

$$F_e = 0{,}01 \,.\, F_b = 0{,}01 \,.\, 2435 = 24{,}35 \text{ cm}^2$$

Четыре стержня, каждый поперечникомъ въ 2,8 cm имѣютъ площадь 24,6 cm².

Примѣръ. Пусть даны: центральная нагрузка $P = 54000$ kg, поперечное сѣченіе бетона $F_b = 40^2 \text{cm}^2 = 1600 \text{ cm}^2$, поперечное сѣченіе желѣзной арматуры $F_e = 24{,}6$ cm² (4 стержня поперечникомъ въ 2,8 cm). Требуется, разсчитать напряженія σ_b и σ_e.

По ур. 53 получается

$$\sigma_b \frac{P}{F_b + n \,.\, F_e} = \frac{54000}{1600 + 15 \,.\, 24{,}6} = \sim 27{,}5 \text{ kg/cm}^2$$

и

$$\sigma_e = n \,.\, \sigma_b = 15 \,.\, 27{,}5 = 413 \text{ kg/cm}^2.$$

На основаніи опытовъ Bach'a совѣтуетъ Mörsch, примѣнять формулы 53 до 56 только при желѣзной арматурѣ до 2%, такъ какъ увеличеніемъ процентнаго содержанія желѣзной арматуры выше указаннаго предѣла не получается соотвѣтственная безопасность конструкціи. Напротивъ того, близкое разстояніе поперечныхъ связей другъ отъ друга значительно увеличиваетъ крѣпость подпоръ, такъ что по Mörsch'у это разстояніе должно быть на 5 cm меньше наименьшаго размѣра поперечнаго сѣченія подпоры и во всякомъ случаѣ не больше 35 cm.

Кромѣ того рекомендуетъ Mörsch, при примѣненіи формулъ 53 до 56 при подпорахъ, проходящихъ черезъ нѣсколько этажей, принимать допускаемое напряженіе бетона для подпоръ верхняго этажа $\sigma_b = 20$ kg/cm² и постепенно увеличить это значевіе въ ниже слѣдующихъ этажахъ до допускаемаго предѣла.

Если поперечное сѣченіе стержней желѣзной арматуры не должно быть принимаемо въ разсчетъ, то напряженіе бетона σ_b для подпоръ верхняго этажа можетъ составлять 25 kg/cm² а, при постепенномъ повышеніи въ ниже слѣдующихъ этажахъ, въ нижнемъ этажѣ — 40 до 50 kg/cm².

Послѣднее значительное значеніе оправдывается тѣмъ, что полная нагрузка всѣхъ потолковъ одновременно почти никогда не встрѣчается.

Разсчетъ подпоръ по системѣ „Considère" съ спиральной арматурой. Для разсчета подпоръ съ спиральной арматурой (beton fretté) Considère рекомендуетъ формулу, результаты которой хорошо согласуются съ результатами опытовъ.

Эта формула гласитъ

$$57. \quad P = k_b \,.\, \alpha \,.\, F_b + \sigma_s \,.\, (F_e + 2{,}4\, f'_e).$$

При примѣненіи этой формулы предполагается, что спиральная арматура для опредѣленной высоты (1 m) замѣнена продольной арматурой равнаго вѣса для той же самой высоты.

При помощи формулы 57 слѣдуетъ сперва опредѣлить поперечное сѣченіе этой положенной продольной арматуры. Такъ какъ теперь вѣсъ ея извѣстенъ, то можно разсчитать, при принятой длинѣ спирали, поперечное сѣченіе ея и обратно, при принятомъ поперечномъ сѣченіи — длину ея.

Въ формулѣ 57 означаютъ: P — нагрузку, k_b — сопротивленіе бетона раздробленію (Würfelfestigkeit), F_b — поперечное сѣченіе бетона внутри спиральной арматуры, $\alpha = \frac{F}{F_b}$, гдѣ F представляетъ цѣлое поперечное сѣченіе подпоры ($\alpha = 1{,}2$ до $1{,}5$) $\sigma_s = 2400$ kg/cm² — предѣлъ текукести обыкновеннаго литаго желѣза, F_e — поперечное сѣченіе продольной арматуры, которая имѣется кромѣ спиральной арматуры, и f'_e = поперечное сѣченіе положенной продольной арматуры, вѣсъ которой долженъ равняться вѣсу спирали.

Въ формулѣ 57 выражается, что спиральняя арматура оказываетъ $2{,}4$ — кратное сопротивленіе противъ продольной арматуры равнаго вѣса.

Если принимается 5-тикратная безопасность и далѣе означаютъ:

$\varphi = \frac{F_e}{F}$ — процентное содержаніе продольной арматуры относительно цѣлаго поперечнаго сѣченія подпоры,

$\lambda = \frac{f'_e}{F}$ — процентное содержаніе спиральной арматуры относительно цѣлаго поперечнаго сѣченія подпоры,

то подставленіемъ этихъ значеній въ ур. 57 получается

$$5\,P = k_b . F + \frac{2400}{100} . \varphi . F + 2{,}4 . \frac{2400}{100} . \lambda . F.$$

Если въ это уравненіе подставляется $k_b = 200$ kg/cm² и $\varphi = 0{,}8\,\%$, то получается слѣдующая простая формула

$$58. \quad \lambda = 0{,}087\,\frac{P}{F} - 3{,}75,$$

изъ которой удобно можно разсчитать спиральную арматуру.

Примѣръ (Foerster). На желѣзо-бетонный столбъ съ правильнымъ восьмиугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ стороной a дѣйствуетъ сила P = 2200000 kg.

Требуется, разсчитать спиральную арматуру при предположеніи, что $F_b = 0{,}8\ F$ и $\sigma_b = 60$ kg/cm².

Получается

$$F = 4{,}828\ a^2$$

$$\frac{P}{F_b} = \frac{P}{0{,}8 F} = \frac{2200000}{0{,}8 . 4{,}828 . a^2} = 60$$

$$a = \sqrt{\frac{2200000}{0{,}8 . 4{,}828 . 60}} = \sim 30{,}8 \text{ cm}.$$

Изъ этого слѣдуетъ

$$F = 4{,}828 . a^2 = 4{,}828 . 30{,}8 = \sim 4570 \text{ cm}^2$$

Если принимается $\varphi = \frac{F_e}{F} = 0{,}8\,\%$, то

$$F_e = \frac{F}{100} . 0{,}8 = \frac{4570}{100} \cdot 0{,}8 = 36{,}7 \text{ cm}^2$$

и по ур. 58

$$\lambda = 0{,}087\,\frac{P}{F} - 3{,}75 = 0{,}087 . \frac{2200000}{4570} - 3{,}75 = 0{,}43\,\%$$

Въ виду того, что

$$\lambda = \frac{f'_e}{F} . 100$$

получается

$$f_e' = \frac{\lambda . F}{100} = \frac{0{,}43 . 4570}{100} = \sim 20 \text{ cm}^2.$$

т.-е. вѣсъ спиральной арматуры на 1 m высоты долженъ равняться вѣсу вертикальныхъ стержней положенной продольной арматуры на 1 m высоты съ поперечнымъ сѣченіемъ $f_e' = 20 \text{ cm}^2$.

b. **Разсчетъ подпоръ съ центральной нагрузкой на продольный изгибъ.** Руководительныя постановленія союза общества германскихъ архитекторовъ и инженеровъ рекомендуютъ, устраивать желѣзо-бетонныя подпоры только такихъ размѣровъ, предохраняющихъ подпоры отъ продольнаго изгиба. Это оправдывается въ виду того, что достаточныхъ опытовъ относительно безопасности подпоръ отъ продольнаго изгиба до сихъ поръ еще не имѣется.

Въ слѣдующемъ составлены наименьшіе размѣры, которые рекомендуются для этой цѣли.

σ_b въ kg/cm².	Наименьшій поперечникъ при круглыхъ подпорахъ въ дробныхъ частяхъ ихъ длины.	Наименьшая длина короткой стороны при прямоугольномъ поперечномъ сѣченіи въ дробныхъ частяхъ длины подпоръ.
30	1/18	1/21
35	1/17	1/20
40	1/16	1/19
45	1/15	1/18
50	1/14	1/17

По опытамъ Thullie'a при отношеніи стороны къ длинѣ подпоры $\leqq 18{,}8$ не слѣдуетъ принимать во вниманіе продольный изгибъ. Тѣ-же самыя значенія предписываютъ также прусскія постановленія, указывая при этомъ на формулу Эйлера для производства разсчета. Но формула Эйлера, по опытамъ Тетмайера, дѣйствительна только для тонкихъ желѣзныхъ стержней, при которыхъ сжимающее усиліе при началѣ продольнаго изгиба остается ниже предѣла упругости. Такъ какъ бетонъ не обладаетъ постояннымъ коэффиціентомъ упругости, соотвѣтствующимъ сжимающему напряженію при разрушеніи бетонной подпоры вслѣдствіе продольнаго изгиба, далѣе, такъ какъ формула Эйлера основывается на упругихъ деформаціяхъ матеріала, которыя при бетонѣ, по незначительной упругости его, не играютъ никакой роли, и, наконецъ, такъ какъ бетонъ оказываетъ подобныя упругія свойства, какъ чугунъ, и опытами Тетмайера доказано было, что формула Эйлера для послѣдняго матеріала не примѣнима, то можно заключить, что указанная формула также не примѣнима для бетона.

Въ виду этого рекомендуется по Ritter'y для разсчета желѣзо-бетонныхъ подпоръ измѣненная формула Эйлера, коэффиціенты которыхъ опредѣлены изъ кривой упругихъ деформацій бетона и поэтому соотвѣтствуютъ свойствамъ настоящаго матеріала.

Формула Ritter'a гласитъ

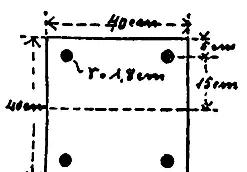
$$59. \quad \sigma_k = \frac{k}{1 + 0{,}0001 \frac{l^2}{i^2}} \; {}^{*)}$$

Здѣсь означаютъ: σ_k напряженіе въ бетонѣ при разрушеніи вслѣдствіе продольнаго изгиба, k — сопротивленіе бетона раздробленію при сжатіи, i — радіусъ инерціи поперечнаго сѣченія $\left\{ i = \sqrt{\frac{I}{F}} \right\}$ и l длину подпоры. Во избѣжаніе разрушенія отъ продольнаго изгиба приходится допускать въ поперечномъ сѣченіи при 8-ми до 10-ти кратной безопасности только соотвѣтствующую дробную часть напряженія k. Напряженіе k принимается отъ 200 до 300 kg/cm². Если означаетъ l_0 математическую длину, то можно принимать разсчетную длину l при полузадѣланной подпорѣ $l = 0{,}71 \, l_0$ или $\sim \frac{3}{4} \, l_0$, а при подпорѣ, оба конца которой свободны, $l = l_0$, между тѣмъ какъ при подпорѣ, конецъ которой внизу задѣланъ и вверху совершенно свободенъ, $l = 2 \, l_0$.

*) По новѣйшимъ опытамъ упругія свойства бетона требуютъ коэффиціента 0,0002 вмѣсто 0,0001.

Примѣръ. Подпора длиною $l_0 = 7{,}6$ m съ поперечнымъ сѣченіемъ, представленнымъ на чертежѣ 15, можетъ считаться полузадѣланной. Тогда разсчетная длина получается

$$l = 0{,}71 . l_0 = 0{,}71 . 760 = \sim 540 \text{ cm}$$



Черт. 15.

площадь поперечнаго сѣченія

$$F = 40^2 + n.4.1{,}8^2.\pi = 1600 + 10.4.1{,}8^2.3{,}14 = 2007 \text{ cm}^2$$

и моментъ инерціи

$$J = \frac{40}{12} + n.4.1{,}8^2.3{,}14.15^2 = 213333 + 91575 = 304908 \text{ cm}^4$$

Въ этомъ примѣрѣ принято $n = \frac{E_e}{E_b} = 10$.

Изъ предыдущихъ уравненій слѣдуетъ

$$i = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{304908}{2007}} = 12{,}3 \text{ cm}.$$

Теперь получается при предположеніи $k = 300$ kg/cm² изъ ур. 59

$$\sigma_k = \frac{k}{1 + 0{,}0001 \frac{l^2}{i^2}} = \frac{300}{1 + 0{,}0001 . \frac{540^2}{12{,}3^2}} = 250 \text{ kg/cm}^2.$$

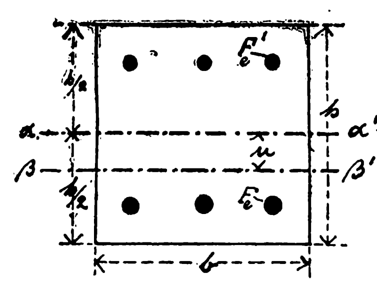
Если считается необходимой 10-ти кратная безопасность, то допускаемое напряженіе подпоры при продольномъ изгибѣ получается въ $\frac{250}{10} = 25$ kg/cm². Наибольшая допускаемая центральная нагрузка составляетъ въ такомъ случаѣ $P = 25.2007 = \sim 50000$ kg.

Значительное значеніе k до 300 kg/cm² оправдывается тѣмъ, что наибольшая нагрузка дѣйствуетъ на подпоры очень рѣдко и всегда не раньше, чѣмъ по окончательному отвердѣніи бетона.

Разсчетъ по формулѣ Эйлера даетъ гораздо большія результаты.

c. Разсчетъ подпоръ при экцентрической нагрузкѣ. Экцентрическая нагрузка вызываетъ, какъ извѣстно, въ подпорѣ сжимающія напряженія, равномѣрно распредѣленныя по всему поперечному сѣченію ея, и изгибающія напряженія. Послѣднія происходятъ отъ изгибающаго момента ексцентрической нагрузки относительно линіи тяжести поперечнаго сѣченія.

При симметрическомъ поперечномъ сѣченіи и симметрически расположенной арматурѣ линія тяжести совпадаетъ съ осью симметріи; между тѣмъ какъ при несимметрической арматурѣ линія тяжести находится на сторонѣ большей арматуры. То-же самое встрѣчается, если имѣется только односторонняя арматура.



Черт. 16.

Положеніе линіи тяжести относительно оси симметріи при несимметрической арматурѣ опредѣляется слѣдующимъ образомъ.

Если расматриваются площади bh, F_e и nF_e' (черт. 16) какъ вѣсы, т.-е. какъ параллельныя силы, то получается слѣдующее уравненіе моментовъ относительно оси симметріи $\alpha\alpha'$

$$u . [bh + n(F_e + F_e')] = e.n.F - e'.nF_e' \text{ и}$$

$$60. \quad u = \frac{e.n.F_e - e'.n.F_e'}{bh + n.(F_e + F_e')}$$

Въ этихъ уравненіяхъ означаютъ: e и e' разстоянія арматуръ F_e и F_e' отъ оси симметріи $\alpha\alpha'$ и $n = \frac{E_e}{E_b'}$

Буква u означаетъ разстояніе линіи тяжести $\beta\beta'$ отъ оси симметріи $\alpha\alpha'$.

При односторонней арматурѣ будетъ $F_e' = o$, и уравненіе 60 переходитъ въ

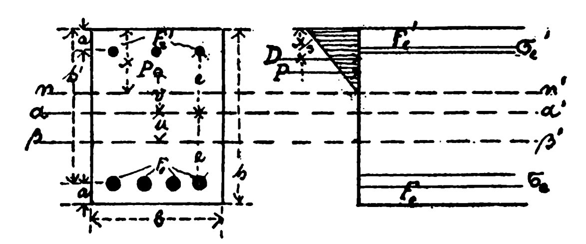
$$61. \quad u = \frac{e.n.F_e}{b.h + n.F_e}.$$

Если отношеніе поперечнаго сѣченія арматуры къ поперечному сѣченію бетона выражается въ процентахъ $\varphi = \frac{F_e}{F_b}$, гдѣ $F_b = b.h$, то получается изъ уравненія 61

$$62. \quad u = \frac{e}{1 + \frac{1}{n.\varphi}}.$$

Примѣръ. Данныя величины: $b = 48$ cm, $h = 50$ cm, $F_e = 30\,cm^2$, $F_e' = 10\,cm^2$ и $e = e' = 20$ cm. Тогда при $n = \frac{E_e}{E_b} = 10$ слѣдуетъ

$$u = \frac{e.n.F_e - e'.n.F_e'}{b.h + n.(F_e + F_e')} = \frac{20.10.30. - 20.10.10}{48.50 + 10.(30 + 10)} = \sim 1{,}4 \text{ cm}.$$



Черт. 17a и 17b.

Если означаетъ P эксцентрическую нагрузку, и v = разстояніе ея отъ оси симметріи $\alpha\alpha'$, то получается моментъ M относительно линіи тяжести $\beta\beta'$ (черт. 17a и 17b)

$$M = P.(v + u).$$

Теперь можно разсчитать напряженія въ бетонѣ и желѣзѣ слѣдующимъ образомъ.

Случай I. Двойная арматура. Цѣлое сжимающее напряженіе σ_b бетона составляется изъ напряженія σ_b', вызывающагося центрально дѣйствующей силой P, и изъ напряженія σ_b'', происходящаго отъ дѣйствія момента $P.(v + u)$.

Напряженіе σ_b' разсчитывается изъ ур. 53

$$63. \quad \sigma_b' = \frac{P}{F_b + n.(F_e + F_e')}$$

и напряженіе σ_b'' изъ общаго уравненія изгиба по ур. 22a

$$64. \quad \sigma_b'' = \frac{M.x}{J_n}$$

гдѣ J_n представляетъ моментъ инерціи полезнаго поперечнаго сѣченія (ур. 22b) относительно нейтральной оси n n'.

Напряженіе σ_b'' можно также разсчитивать изъ уравненія

$$64a. \quad \sigma_b'' = \frac{2.M}{b.x.m}$$

гдѣ m представляетъ разстояніе центра давленія отъ нижней арматуры. При двойной арматурѣ получается для m довольно сложное выраженіе, такъ это въ этомъ случаѣ рекомендуется, производить разсчетъ напряженія σ_b'' при помощи ур. 64. Напротивъ того, получается для простой, относительно односторонней арматуры по ур. 13 простая формула при $m = h - a - \frac{x}{3}$

$$64b. \quad \sigma_b'' = \frac{2M}{b.x.\left(h - a - \frac{x}{3}\right)}$$

Цѣлое напряженіе бетона будетъ теперь при $M = P.(v + u)$ и по ур. 63 и 64

$$65.\quad \sigma_b = \sigma_b' + \sigma_b'' = \frac{P}{F_b + n.(F_e + F_e')} + \frac{P.(v+n).x}{J_n}$$

Растояніе наиболѣе сжатаго бетоннаго волокна отъ нейтральней оси nn' опредѣляется по прежнему по формулѣ 21 для балки съ двойной арматурой

$$21.\quad x = -\frac{n.(F_e + F_e')}{b} + \sqrt{\frac{n^2(F_e + F_e')^2}{b^2} + \frac{2n}{b}(h'.F_e + a.F_e')},$$

гдѣ $h' = h - a$.

Если x и σ_b'' извѣстны, то получаются части напряженій въ желѣзѣ, происходящія отъ дѣйствія момента изъ ур. 19 и 20.

$$66.\quad \sigma_e'' = -\frac{n.\sigma_b''.(h - a - x)}{x} \text{ и } 67\quad \sigma_{e_1}'' = \frac{n.\sigma_b''.(x-a)}{x}.$$

Отрицательный знакъ означаетъ растягивающія напряженія, а положительный—сжимающія.

Части напряженій въ желѣзѣ, вызывающіяся центрально дѣйствующей силой P, опредѣляются изъ формулы 54.

$$68.\quad \sigma_{e_1}' = \frac{P}{F_e + F_e' + \frac{F_b}{n}}$$

Теперь цѣлое напряженіе въ желѣзной арматурѣ съ поперечнымъ сѣченіемъ F_e будетъ

$$69.\quad \sigma_e = \sigma_{e_1}' + \sigma_e'' = \frac{P}{F_e + F_e' + \frac{F_b}{n}} - \frac{n.\sigma_b''.(h - a - x)}{x}$$

и въ арматурѣ съ поперечнымъ сѣченіемъ F_e'

$$70.\quad \sigma_e' = \sigma_{e_1}' + \sigma_{e_1}'' = \frac{P}{F_e + F_e' + \frac{F_b}{n}} + \frac{n.\sigma_e''.(x-a)}{x}.$$

Случай II. Двойная арматура, при чемъ $F_e = F_e'$. Этотъ случай чаще всего встрѣчается на практикѣ. При $F_e = F_e'$ линія тяжести совпадаетъ съ осью симметріи, такъ-что будетъ $u = o$ и моментъ $M = P.v$ (черт. 18).

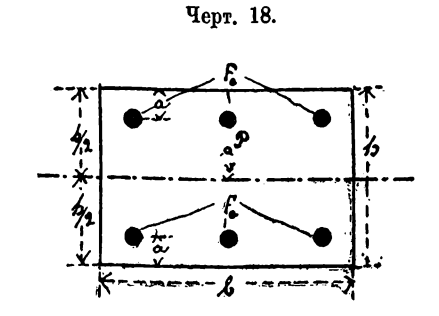
При указанныхъ условіяхъ ур. 65, 69 и 70 переходятъ въ уравненія

$$71.\quad \sigma_b = \sigma_b' + \sigma_b'' = \frac{P}{F_b + 2\,n.F_e} + \frac{P.v.x}{J_n},$$

$$72.\quad \sigma_e = \sigma_{e_1}' + \sigma_e'' = \frac{P}{2.F_e + \frac{F_b}{n}} - \frac{n.\sigma_b''.(h - a - x)}{x},$$

$$73.\quad \sigma_e' = \sigma_{e_1}' + \sigma_{e_1}'' = \frac{P}{2.F_e + \frac{F_b}{n}} + \frac{n.\sigma_b''.(x-a)}{x}$$

Черт. 18.



Значеніе x получаются для настоящаго случая изъ ур. 21, подставляя въ него $F_e = F_e'$ и $h' = h - a$

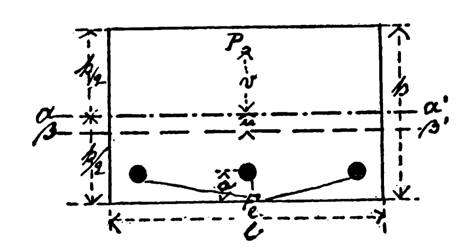
$$x = -\frac{2n \cdot F_e}{b} + \sqrt{\frac{4 \cdot n^2 F_e^2}{b^2} + \frac{2n \cdot F_e \cdot h}{b}}$$

Преобразованіемъ предыдущее уравненіе переходитъ въ

$$21a. \quad x = \frac{2 \cdot n \cdot F_e}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{b \cdot h}{2n \cdot F_e}}\right)$$

Случай III (черт. 19). Односторонняя арматура, при чемъ $F_e' = o$

При $F_e' = o$ разстояніе u линіи тяжести отъ оси симметріи опредѣляется по ур. 61, а ур. 65 принимаетъ при помощи ур. 64b слѣдующую форму:



Черт. 19.

$$74. \quad \sigma_b = \sigma_b' + \sigma_b'' = \frac{P}{F_b + n \cdot F_e} + \frac{2 \cdot P \cdot (v + u)}{b \cdot x \cdot \left\{h - a - \frac{x}{3}\right\}}$$

Ур. 69 переходитъ въ

$$75. \quad \sigma_e = \sigma_{e_1}' + \sigma_e'' = \frac{P}{F_e + \frac{F_b}{n}} - \frac{n \cdot \sigma_b'' \cdot (h - a - x)}{x}$$

Значеніе x получается изъ ур. 21 для $F_e' = o$

$$21b. \quad x = \frac{n \cdot F_e}{b}\left(-1 + \sqrt{1 + \frac{b \cdot (h - a)}{n \cdot F_e}}\right)$$

Ур. 21b представляетъ формулу 12a для балки съ простой арматурой.

Примѣръ для случая II. Данныя величины: P = 10000 kg, v = 10 cm, u = o, b = h = 30 cm и a = 2 cm. Желѣзная арматура состоитъ изъ 4 круглыхъ стержней, каждый съ поперечникомъ d = 2 cm. Стержни расположены симметрически на четырехъ углахъ. Принимаетстя $n = \frac{E_e}{E_b} = 10$

Тогда

$$F_e = F_e' = 2 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 2 \cdot \frac{2^2 \cdot 3{,}14}{4} = \sim 6{,}25 \text{ cm}^2$$

Значеніе x получается изъ ур. 21a

$$x = \frac{2n \cdot F_e}{b}\left(-1 + \sqrt{1 + \frac{b \cdot h}{2n \cdot F_e}}\right) =$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot 6{,}25}{30} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{30 \cdot 30}{2 \cdot 10 \cdot 6{,}25}}\right) = 7{,}8 \text{ cm}$$

Напряженіе σ_b въ бетонѣ получается изъ ур. 71

$$\sigma_b = \sigma_b' + \sigma_b'' = \frac{P}{F_b + 2n \cdot F_e} + \frac{P \cdot v \cdot x}{J_n}$$

Моментъ инерціи J_n опредѣляется по ур. 22b при $h' = h - a$.

$$J_n = \frac{b \cdot x^3}{3} + n \cdot F_e \left[(x - a)^2 + (h' - x)^2\right] = \frac{3 \cdot 7{,}8}{3} + 10 \cdot 6{,}25 \left[(7{,}8 - 2)^2 + (30 - 2 - 7{,}8)^2\right]$$

$J_n = 32246 \text{ cm}^4$.

Подставляя извѣстныя значенія въ ур. 71, получимъ

$$\sigma_b = \sigma_b' + \sigma_b'' = \frac{10000}{900 + 2.10.6{,}25} + \frac{10000.10.7{,}8}{32246} = 9{,}7 + 24{,}2 = 33{,}9 \ \mathrm{kg/cm^2}.$$

Напряженіе σ_e въ арматурѣ, находящейся на противоположной сторонѣ точки приложенія силы P, опредѣляется по ур. 72

$$\sigma_e' = \sigma_{e_1}' + \sigma'' = \frac{P}{2.F_e + \frac{F_b}{n}} - \frac{n.\sigma_b''.(h-a-x)}{x}$$

Подставляя извѣстныя значенія и значеніе σ_b'' изъ ур. 64

$$\sigma_b'' = \frac{P.v.x}{J_n} = 24{,}2 \ \mathrm{kg/cm^2},$$

получимъ

$$\sigma_e = \sigma_{e_1}' + \sigma'' = \frac{10000}{2.6{,}25 + \frac{900}{10}} - \frac{10.24{,}2.(30-2-7{,}8)}{7{,}8} = 97 - 626{,}6 = -529{,}6 \ \mathrm{kg/cm^2}.$$

Напряженіе σ_e въ арматурѣ, находящейся вблизи точки приложенія силы P, разсчитывается изъ ур. 73

$$\sigma_e = \sigma_{e_1}' + \sigma_{e_1}'' = \frac{P}{2.F_e + \frac{F_e}{n}} + \frac{n.\sigma_b''.(x-a)}{x}$$

$$= \frac{10000}{2.6{,}25 + \frac{900}{10}} + \frac{10.24{,}2.(7{,}8-2)}{7{,}8} = 97 + 180 = \sim 277 \ \mathrm{kg/cm^2}.$$

П р и м ѣ р ъ д л я с л у ч а я III. Предположимъ, что размѣры подпоры тѣ же самые, какъ въ предыдущемъ примѣрѣ, но арматура на сторонѣ точки приложенія силы P пропускается, т.-е. $F_e' = 0$.

Положеніе линіи тяжести $\beta\beta'$ получается при помощи u изъ ур. 61

$$u = \frac{e.n.F_e}{b.h + n.F_e} = \frac{13.10.6{,}25}{30.30 + 10.6{,}25} = \sim 0{,}9 \ \mathrm{cm}.$$

значеніе x опредѣляется по ур. 12a или 21b

$$x = \frac{n.F_e}{b}\left\{-1 + \sqrt{1 + \frac{b.(h-a)}{n.F_e}}\right\} = \frac{10.6{,}25}{30}.\left\{-1 + \sqrt{1 + \frac{30.(30-2)}{10.6{,}25}}\right\} = \sim 8{,}9 \ \mathrm{cm}$$

Напряженіе σ_b слѣдуетъ изъ формулы 74

$$\sigma_b = \sigma_b' + \sigma_b'' = \frac{P}{F_b + n.F_e} + \frac{2P.(v+u)}{b.x\left(h-a-\frac{x}{3}\right)} = \frac{10000}{900 + 10.6{,}25} + \frac{2.10000.(10+0{,}9)}{30.8{,}9.\left(30-2-\frac{8{,}9}{3}\right)} =$$

$$= 10{,}4 + 32{,}6 = 43 \ \mathrm{kg/cm^2} \text{ (сжатіе).}$$

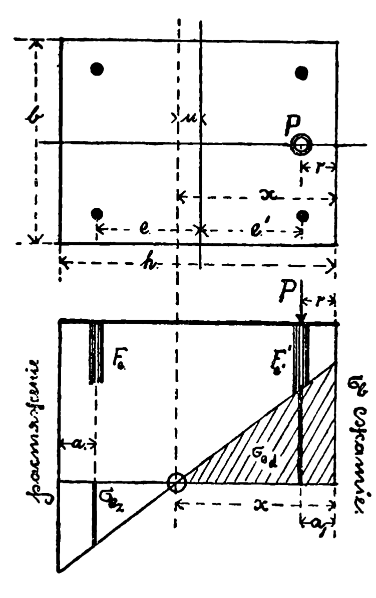
Напряженіе σ_e получается изъ формулы 75

$$\sigma_e = \sigma_{e_1}' + \sigma_e'' \frac{P}{F_e + \frac{F_b}{n}} - \frac{n.\sigma_b''.(h-a-x)}{x} = \frac{10000}{6{,}25 + \frac{900}{10}} - \frac{10.32{,}6(30-2-8{,}9)}{8{,}9}$$

$$= 104 - 696 = -592 \ \mathrm{kg/cm^2} \text{ (растяженіе).}$$

Указанныя въ предыдущемъ формулы для разсчета подпоръ находятъ примѣненіе также для разсчета балокъ, подвергающихся сложному изгибу (изгибу и сжатію), и для разсчета сводовъ и арокъ изъ желѣзо-бетона. О опредѣленіи внѣшнихъ силъ при аркахъ и сводахъ уже сказано было въ статьѣ объ опредѣленіи внѣшнихъ силъ и въ статьѣ о расположеніи желѣзной арматуры въ аркахъ и сводахъ.

Разсчетъ подпоръ по прусскимъ постановленіямъ оказывается гораздо сложнѣе, чѣмъ по предыдущимъ формуламъ.



Черт. 20a и 20b.

Въ слѣдующемъ должны быть показаны уравненія, изъ которыхъ разсчитываются искомыя величины.

Изъ условія равновѣсія, что сумма внѣшнихъ и внутреннихъ силъ должна равняться нулю, слѣдуетъ (черт. 20a и b)

$$1.\quad P = \sigma_b \frac{b}{2} . x + F_e \cdot (\sigma_{ed} - F_e \cdot \sigma_{ez}),$$

гдѣ σ_{ed} означаетъ сжимающее и σ_{ez} — растягивающее напряженіе желѣза.

Далѣе получается по равенству статическихъ моментовъ относительно оси симметріи уравненіе

$$2.\quad P . \left(\frac{h}{2} - r\right) = \sigma_b \cdot \frac{b . x}{2} \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3}\right) + F'_e \cdot \sigma_{ed} . e' + F_e . \sigma_{ez} . e = M$$

и, наконецъ, имѣются еще извѣстныя уравненія

$$3.\quad \sigma_{ez} = n . \sigma_b . \frac{h - a}{x} \text{ и}$$

$$4.\quad \sigma_{ed} = n . \sigma_b . \frac{x - a}{x}.$$

Посредствомъ этихъ четырехъ уравненій можно опредѣлить четыре неизвѣстныхъ x, σ_b, σ_{ez} и σ_{ed}. Для опредѣленія значенія x получается кубическое уравненіе, рѣшеніе котораго очень затруднительно.

Если принимается во вниманіе наиболѣе употребительный на практикѣ случай, гдѣ желѣзная арматура расположена симметрически и поперечное сѣченіе подпоры также оказываетъ симметрическую форму, тогда предыдущія формулы упрощаются слѣдующимъ образомъ:

$$1'\quad P = \sigma_b \frac{b . x}{2} + F_e (\sigma_{ed} - \sigma_{ez})$$

$$2'\quad P \left(\frac{h}{2} - r\right) = \sigma_b . \frac{b . x}{2} . \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3}\right) + e . F_e . (\sigma_{ed} + \sigma_{ez}) = M$$

$$3'\quad \sigma_{ez} = n . \sigma_b . \frac{e + \frac{h}{2} - x}{x}$$

$$4'\quad \sigma_{ed} = n . \sigma_b . \frac{e - \frac{h}{2} + x}{x}$$

Кубическое уравненіе для опредѣленія x гласитъ

$$5.\quad x^3 . \frac{P}{6} - x^2 . \left(\frac{h P}{4} - \frac{M}{2}\right) + x . 2\, M . \frac{n . F_e}{b} - \frac{n . F_e}{b} (M . h + 2P . e^2) = 0.$$

Таблица № 29.

Переводъ $\frac{\text{килогр.}}{\text{сант.}^2}$ въ $\frac{\text{пуд.}}{\text{дюйм.}^2}$

$\frac{\text{килогр.}}{\text{сант.}^2}$	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	—	3.9	7.9	11.8	15.8	19.7	23.6	27.6	31.5	35.4
100	39.4	43.3	47.3	51.2	55.2	59.1	63.1	67.0	71.0	74.9
200	78.8	82.7	86.7	90.6	94.6	98.5	102.5	106.4	110.4	114.3
300	118.2	122.1	126.1	130.0	134.0	137.8	141.8	145.7	149.7	153.6
400	157.5	161.4	165.4	169.3	173.3	177.2	181.2	185.1	189.1	193.0
500	196.9	200.8	204.8	208.7	212.7	216.6	220.6	224.5	228.5	232.4
600	236.3	240.2	244.2	248.1	252.1	256.0	260.0	263.9	267.9	271.8
700	275.7	279.6	283.6	287.5	291.5	295.4	299.4	303.3	307.3	311.2
800	315.1	319.0	323.0	326.9	330.9	334.8	338.8	342.7	346.7	350.6
900	354.5	358.4	362.4	366.3	370.3	374.1	378.1	382.0	386.0	390.0

Переводъ $\frac{\text{пуд.}}{\text{дюйм.}^2}$ въ $\frac{\text{килогр.}}{\text{сант.}^2}$

$\frac{\text{пуды}}{\text{дюйм.}^2}$	00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	—	25.4	50.8	76.2	101.6	127.0	152.3	177.8	203.1	228.5
100	253.9	279.3	304.7	330.1	355.5	380.9	406.3	431.7	457.0	482.4
200	507.8	533.2	558.6	584.0	609.4	634.8	660.2	685.6	711.0	736.3
300	761.7	787.1	812.5	837.9	863.3	888.7	914.1	939.5	964.9	990.3
400	1015.7	1041.0	1066.4	1091.8	1117.2	1142.6	1168.0	1193.4	1218.8	1244.2
500	1269.6	1295.0	1320.3	1345.7	1371.1	1396.5	1421.9	1447.3	1472.7	1498.1
600	1523.5	1548.9	1574.3	1599.7	1625.0	1650.4	1675.8	1701.2	1726.6	1752.0
700	1777.4	1802.9	1828.2	1853.6	1878.9	1904.3	1929.7	1955.1	1980.5	2005.9
800	2031.3	2056.7	2082.1	2107.5	2132.9	2158.3	2183.7	2209.0	2234.4	2259.8
900	2285.2	2310.6	2336.0	2361.4	2386.8	2412.2	2437.5	2462.9	2488.3	2513.7

Таблица № 30.

Взаимный переводъ мѣръ русскихъ и метрическихъ *).

Длины.

Верста	= 1,06678	километровъ.	Километръ	= 0,93740	верстъ.
Сажень	= 2,13356	метровъ.	Метръ	= 0,46870	саженъ.
Футъ	= 0,30479	метровъ.	Метръ	= 3,2809	футъ.
Дюймъ	= 0,0253995	метровъ.	Метръ	= 39,371	дюйм.
Аршинъ	= 0,71119	метровъ.	Метръ	= 1,40610	аршинъ.
Вершокъ	= 0,04445	метровъ.	Метръ	= 22,4976	вершк.

Поверхности.

Квадратн. Верста	= 1,13822	кв. километр.	Кв. километр.	= 0,87872	кв. вер.
Квадратн. Сажень	= 4,55208	кв. метр.	Кв. метръ	= 0,219678	„ саж.
Квадратн. Футъ	= 0,092900	кв. метр.	Кв. метръ	= 10,7643	„ фут.
Квадратн. Дюймъ	= 0,00064514	кв. метр.	Кв. метръ	= 1550,06	„ дюйм.
Квадратн. Аршинъ	= 0,50579	кв. метр.	Кв. метръ	= 1,9771	„ арш.
Квадратн. Вершокъ	= 0,0019757	кв. метр.	Кв. метръ	= 506,14	„ верш.

*) Извлечено изъ таблицъ для подбора поперечныхъ сѣченій проф. Бѣлелюбскаго и инж. Богуславскаго.

Объемы.

Кубическ. Сажень . . .	= 9,7122	куб. метр.	Куб. метр.	= 0,10296	куб. саж.
Кубическ. Футъ . . .	= 0,028315	куб. метр.	Куб. метр.	= 35,317	„ фут.
Кубическ. Дюйм. . . .	= 0,000016386	куб. метр.	Куб. метр.	= 61027	„ дюйм.
Кубическ. Аршинъ . .	= 0,35971	куб. метр.	Куб. метр.	= 2,7800	„ арш.
Кубическ. Вершокъ . .	= 0,000087820	куб. метр.	Куб. метр.	= 11387	„ верш.
Штофъ . , . . .	= 1,22896	литровъ.	Литръ	= 0,81370	штофовъ.
(=1/10 ведра) . .	= (0,00122896	куб. метр.).	(= 0,001 куб. метр.). . . .	= (0,0813170	ведеръ).

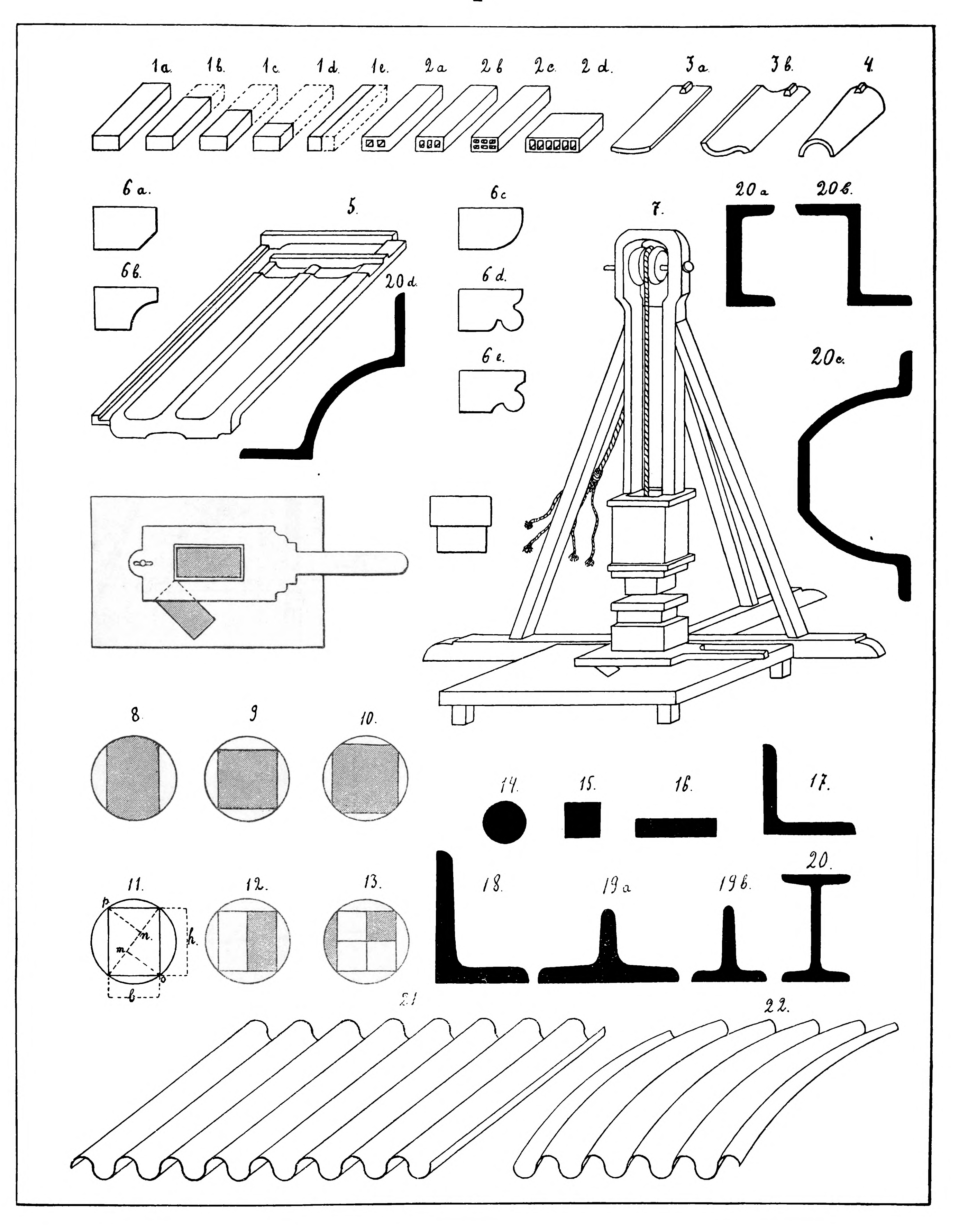
Вѣса.

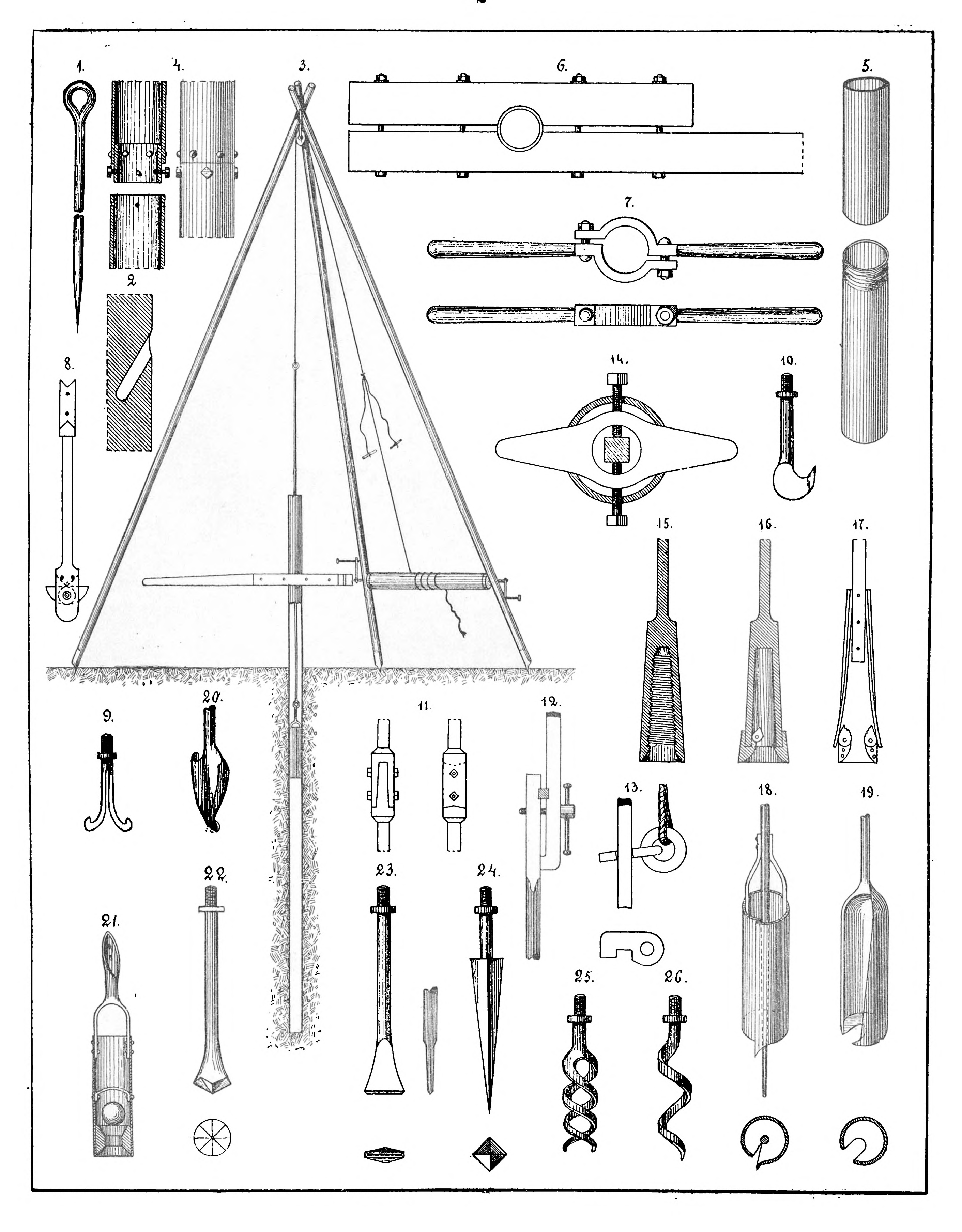
Пудъ	= 16,3805	килогр.	Килограммъ	= 0,061048	пудовъ.
Фунтъ	= 0,409512	килогр.	Килограммъ	= 2,44193	фунтовъ.
Лотъ	= 0,012797	килогр.	Килограммъ	= 78,142	лотовъ.
Пудъ на пог. ф.	= 53,743	кил. на пог. метр.	Кил. на пог. метр. . . .	= 0,018607	п. на п. ф.
Фунтъ на пог. ф.	= 1,3436	кил. на пог. метр.	Кил. на пог. метр.	= 0,74429	ф. „ „ „
Пудъ на кв. футъ	= 176,32	к. на кв. метр.	Кил. на кв. метръ	= 0,0056714	п. на кв. ф
„ „ „ дюймъ	= 2,5390	к. „ „ см.	Кил. на кв. см.	= 0,39385	„ „ „ дм.
Фунтъ „ „ „	= 0,0063475	„ „ „	Кил. на кв. „	= 15,75	фунт. „ „ „
Пудо-футъ. . . .	= 4,9928	килограммометр.	Килограммометръ . . .	= 0,20029	пудо-фут.
Фунто-футъ . . .	= 0,12482	килограммометр.	Килограммометръ	= 8,0117	фунто-фут.

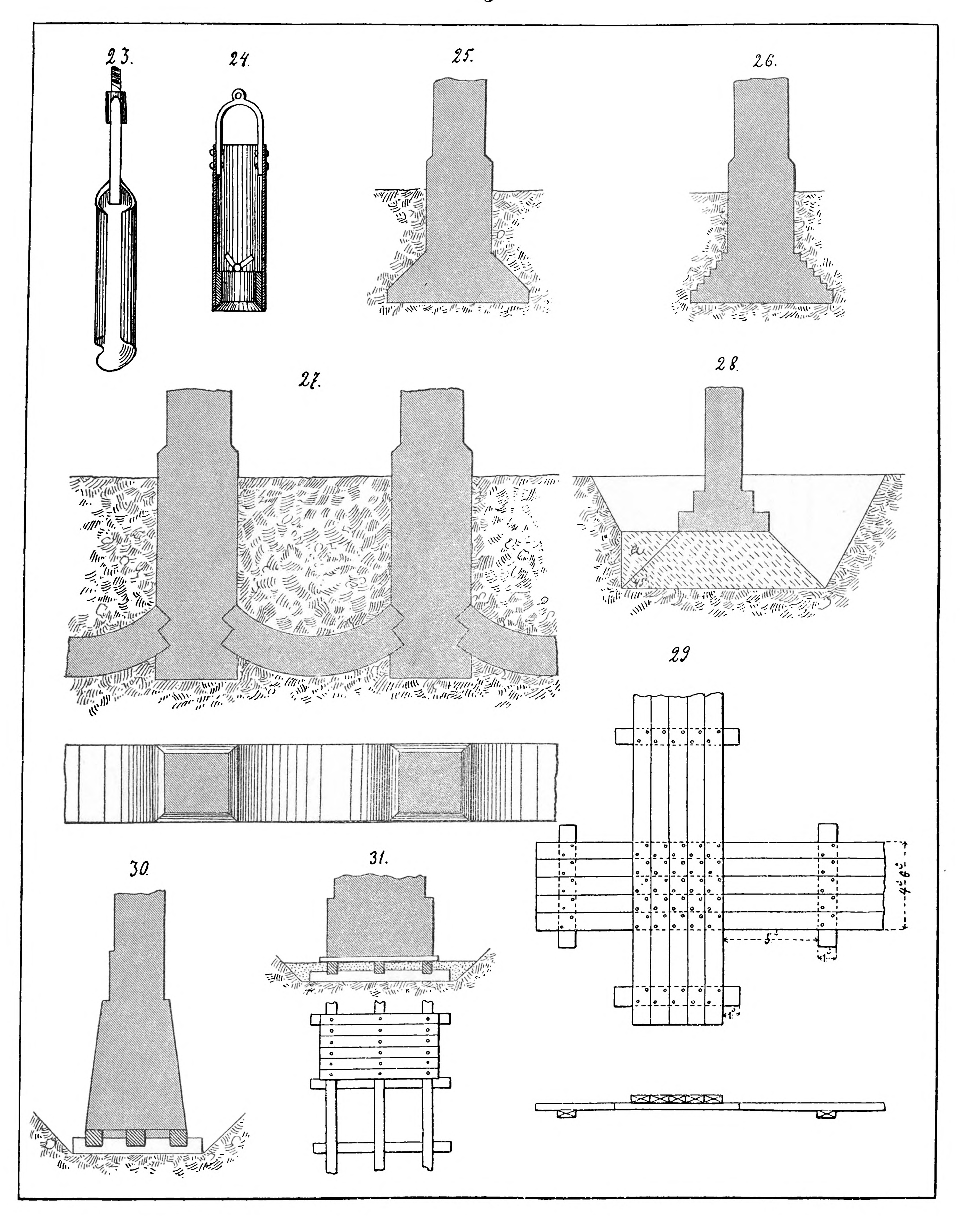
Моментъ инерціи . . . I въ дм.^{4} = 0,024 I въ см.^{4}
Моментъ сопротивленія W въ дм.^{3} = 0,061 W въ см.^{3}

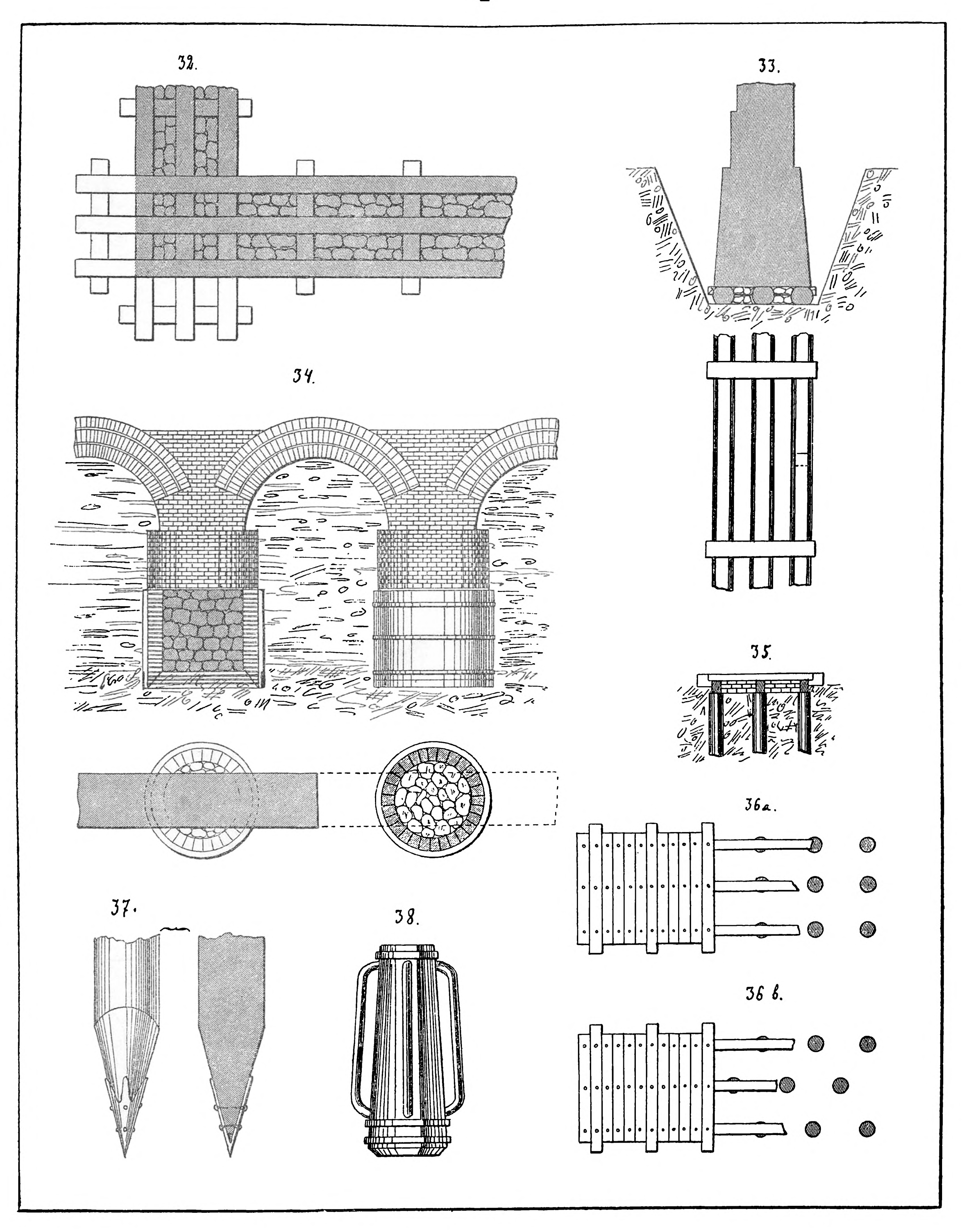
Замѣченныя опечатки.

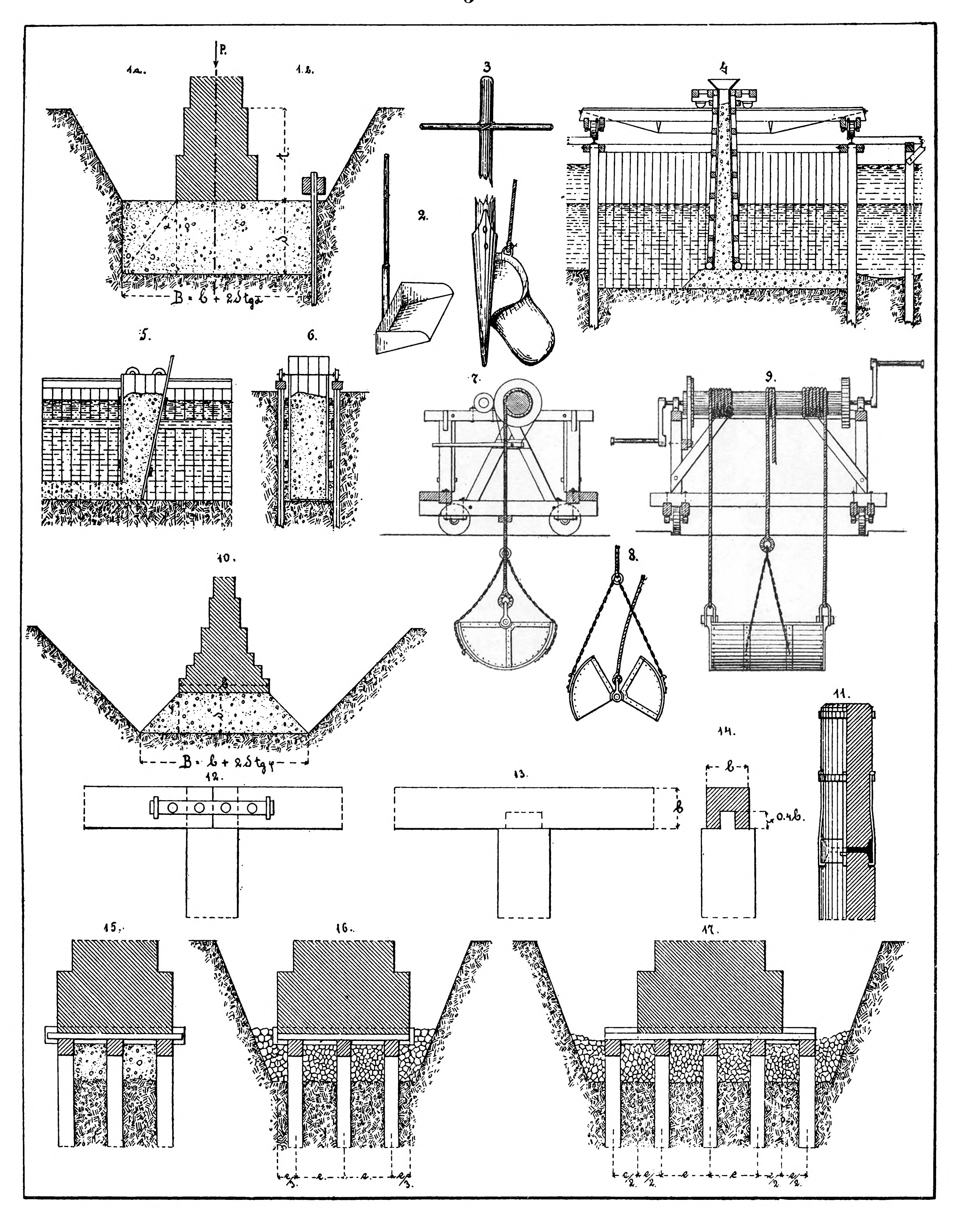
Страница	Столбецъ	Строка сверху	Напечатано:	Читать:
89	правый	29	раскладываются	раскалываются
145	правый	16	половъ	потолковъ

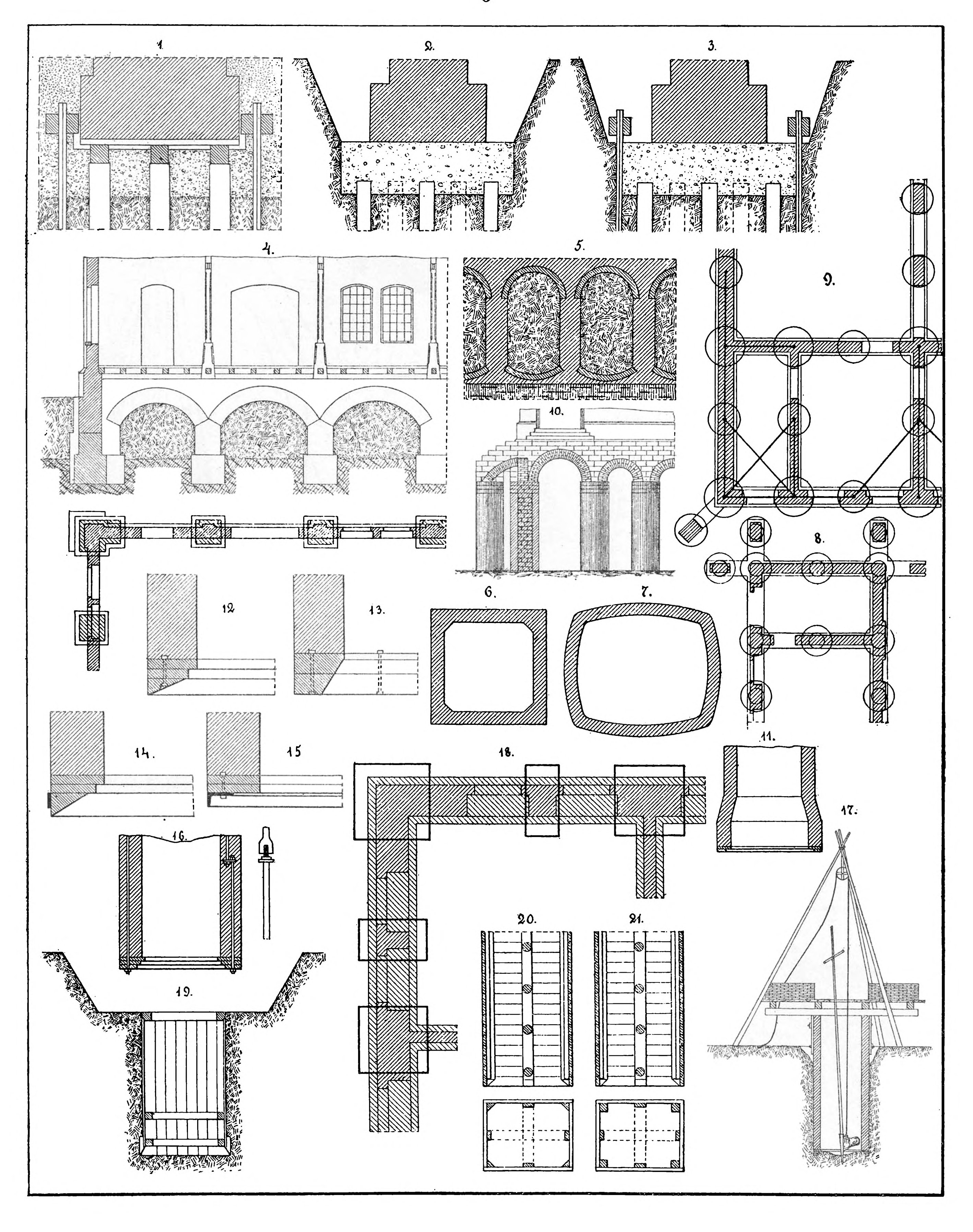

1a.
1b.
1c.
1d.
1e.
2a
2b
2c.
2d.
3a.
3b.
4.
6a.
5.
6c
7.
20a
20b.
6b.
20d.
6d.
6e.
20c.
8.
9
10.
14.
15.
16.
17.
11.
12.
13.
18.
19a
19b.
20.
p
n.
m
h.
b
21
22.

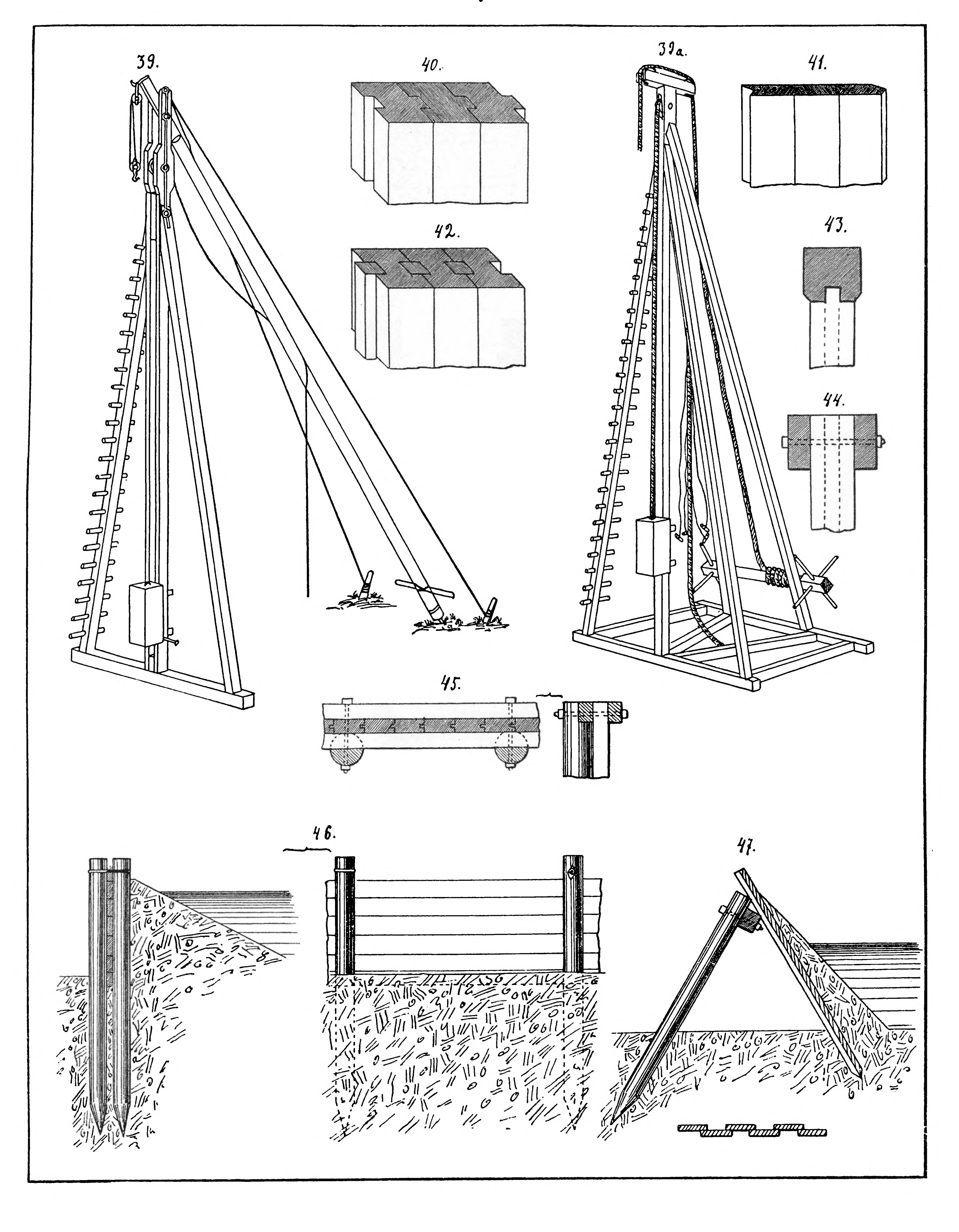

1.
4.
3.
6.
5.
7.
2
8.
14.
10.
15.
16.
17.
9.
20.
11.
12.
13.
18.
19.
22.
23.
24.
21.
25.
26.

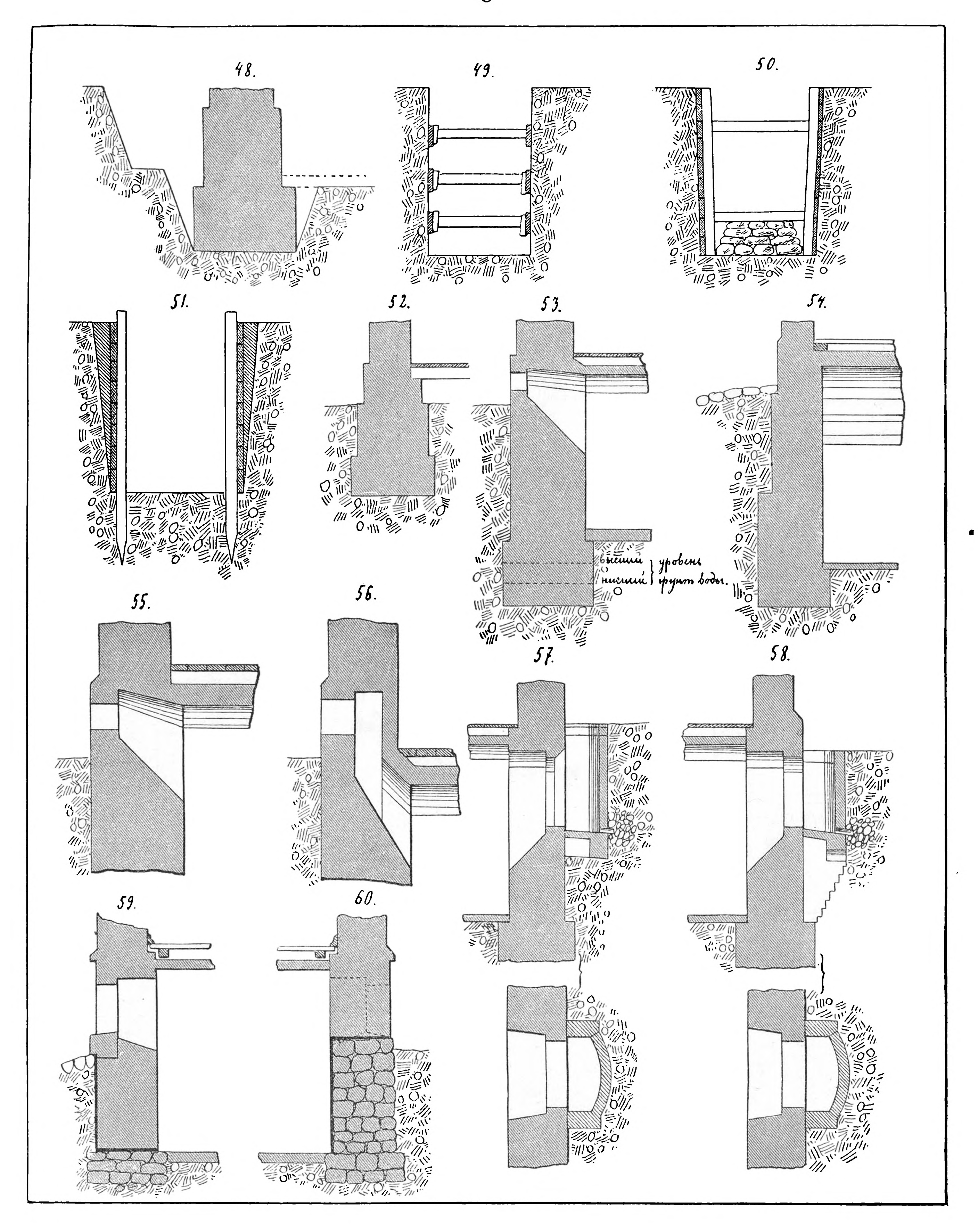

23.
24.
25.
26.
27.
28.
29
30.
31.

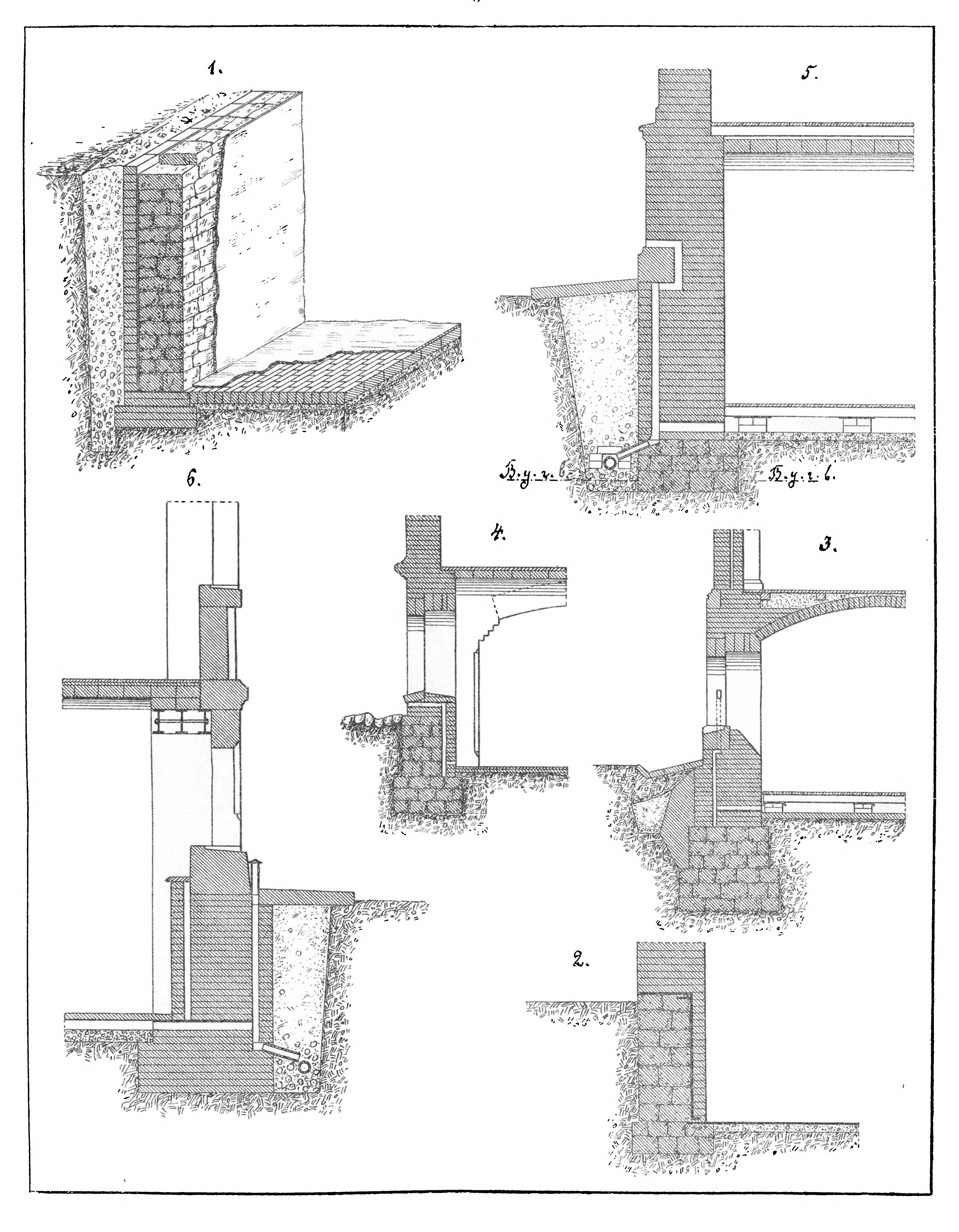

32.
33.
34.
35.
36a.
36 в.
37.
38.

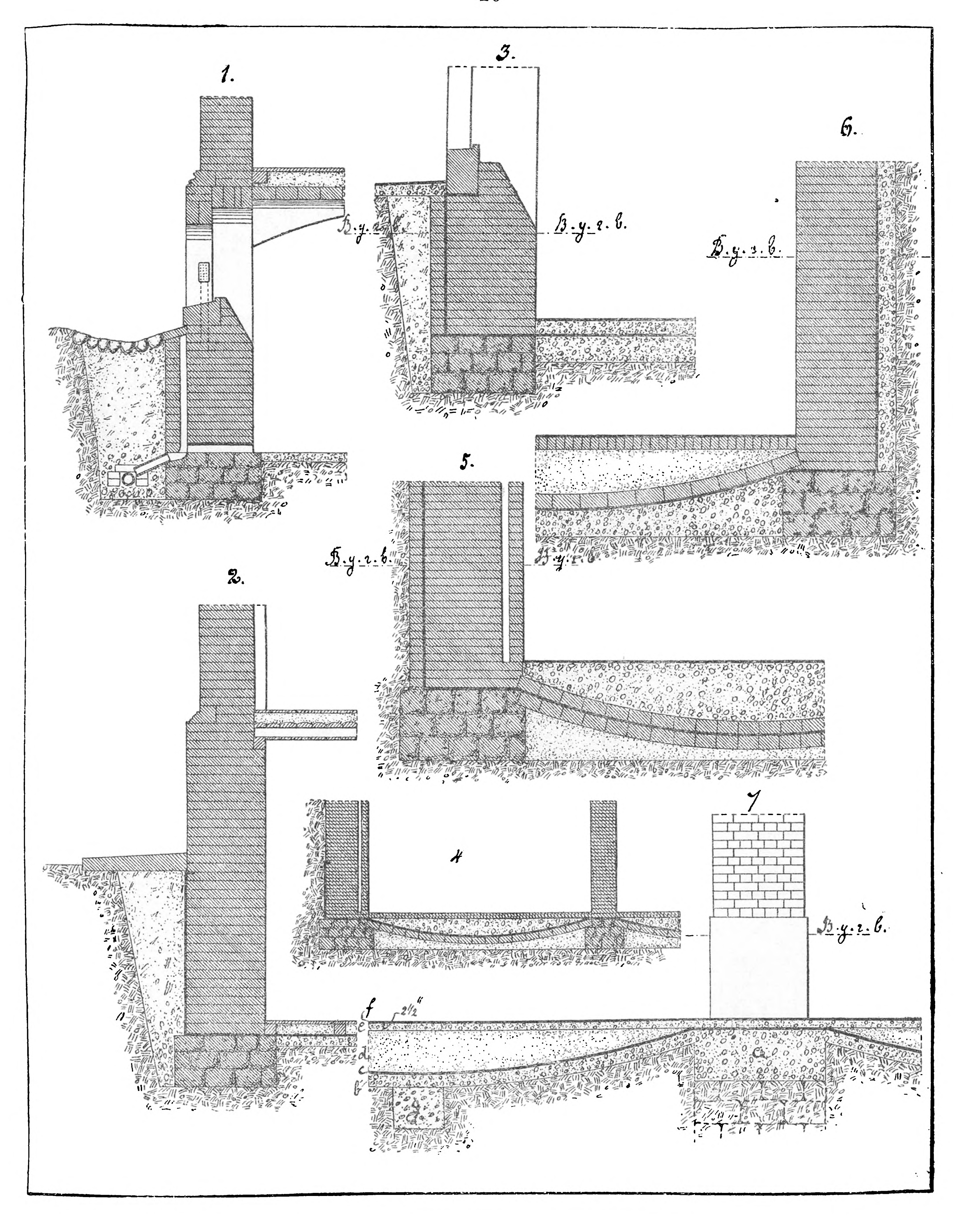

P.
1a.
1.b.
3
4
2.
5.
6.
7.
9.
8.
10.
11.
14.
12.
13.
0.4b.
15.
16.
17.

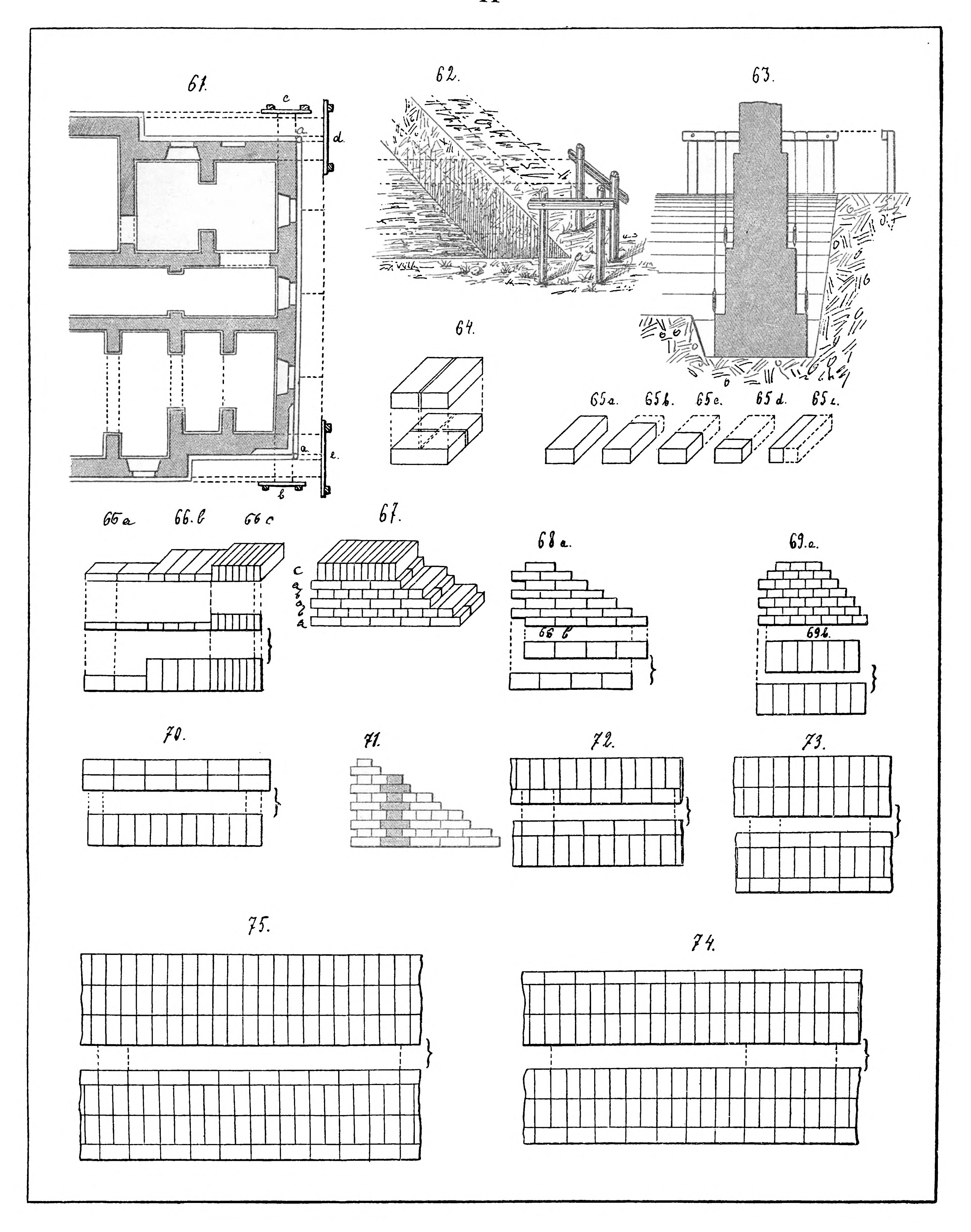

1.
2.
3.
4.
5.
9.
10.
8.
12
13.
6.
7.
14.
15
18.
11.
16.
17.
19.
20.
21.

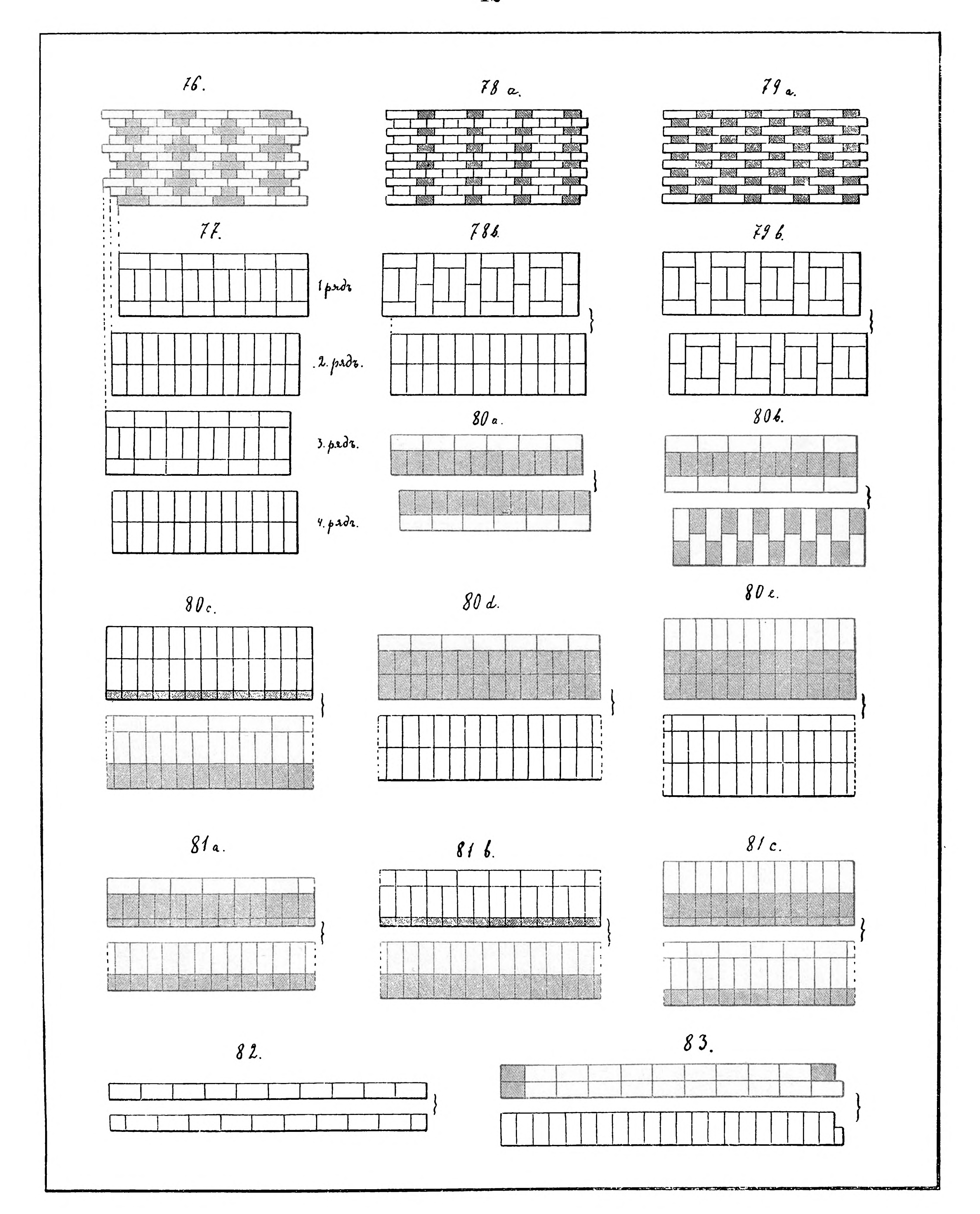

39.
40.
39a.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.

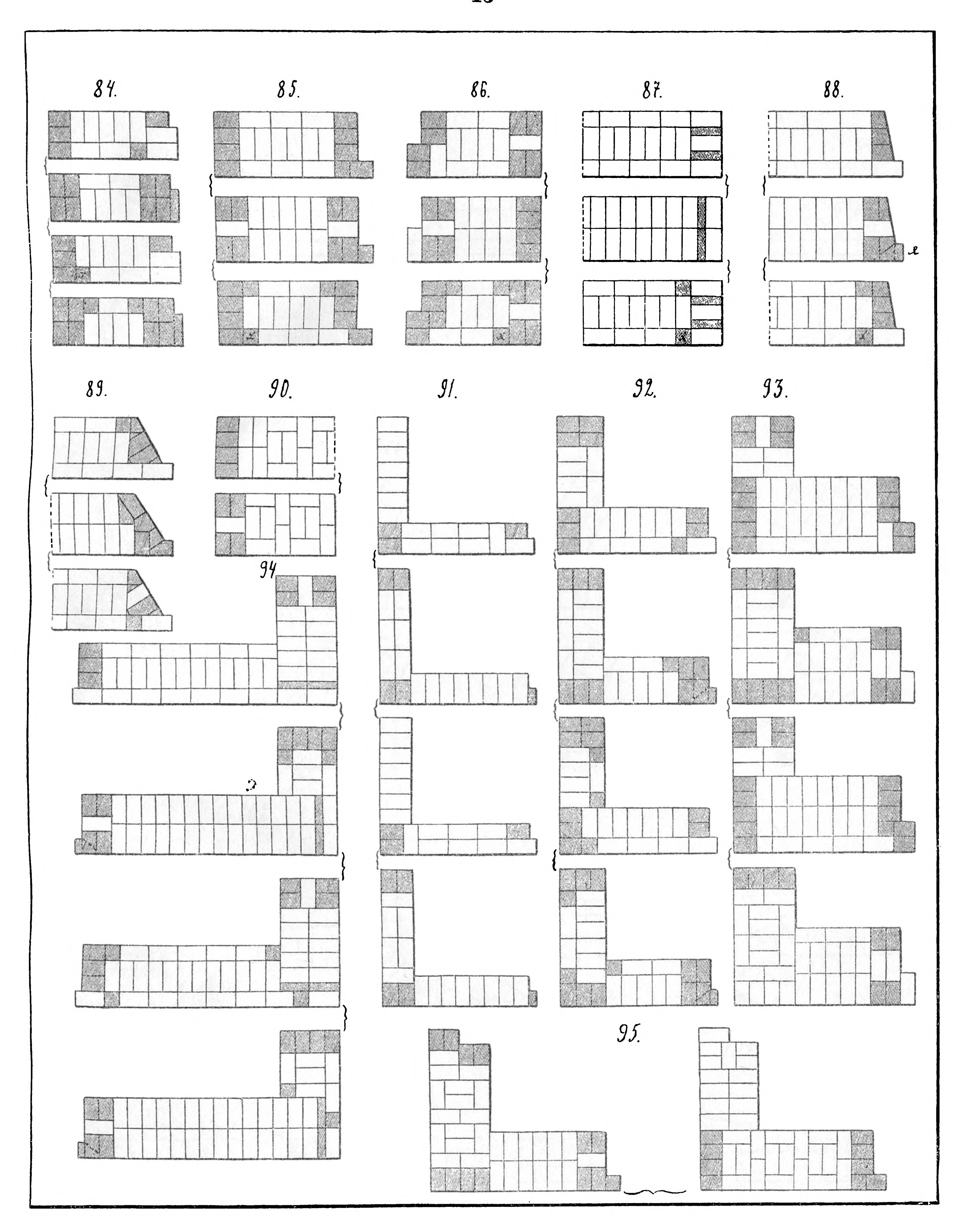

48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
высшій } уровень
низшій } грунт. воды.
55.
56.
57.
58.
59.
60.

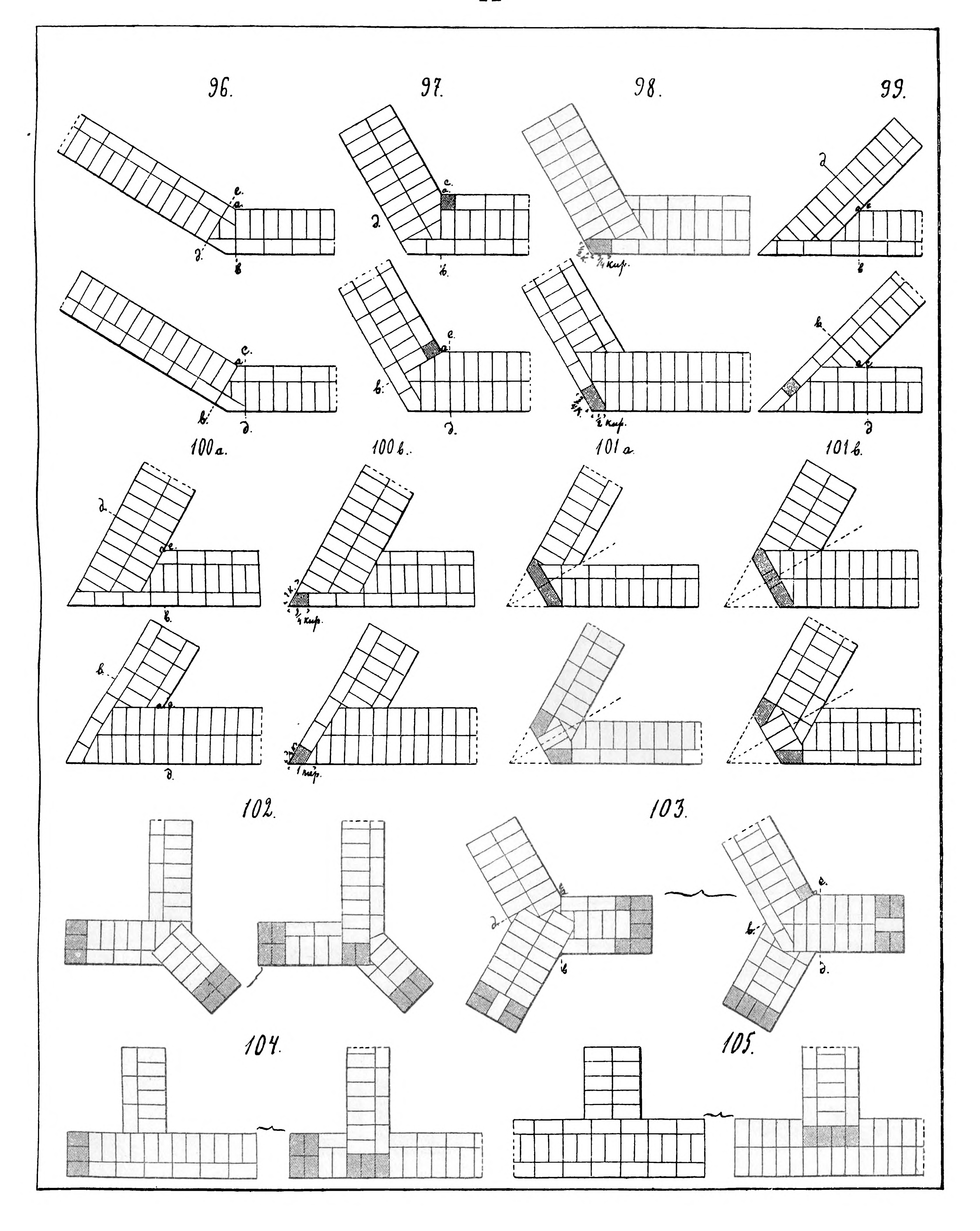

1.
5.
6.
4.
3.
2.

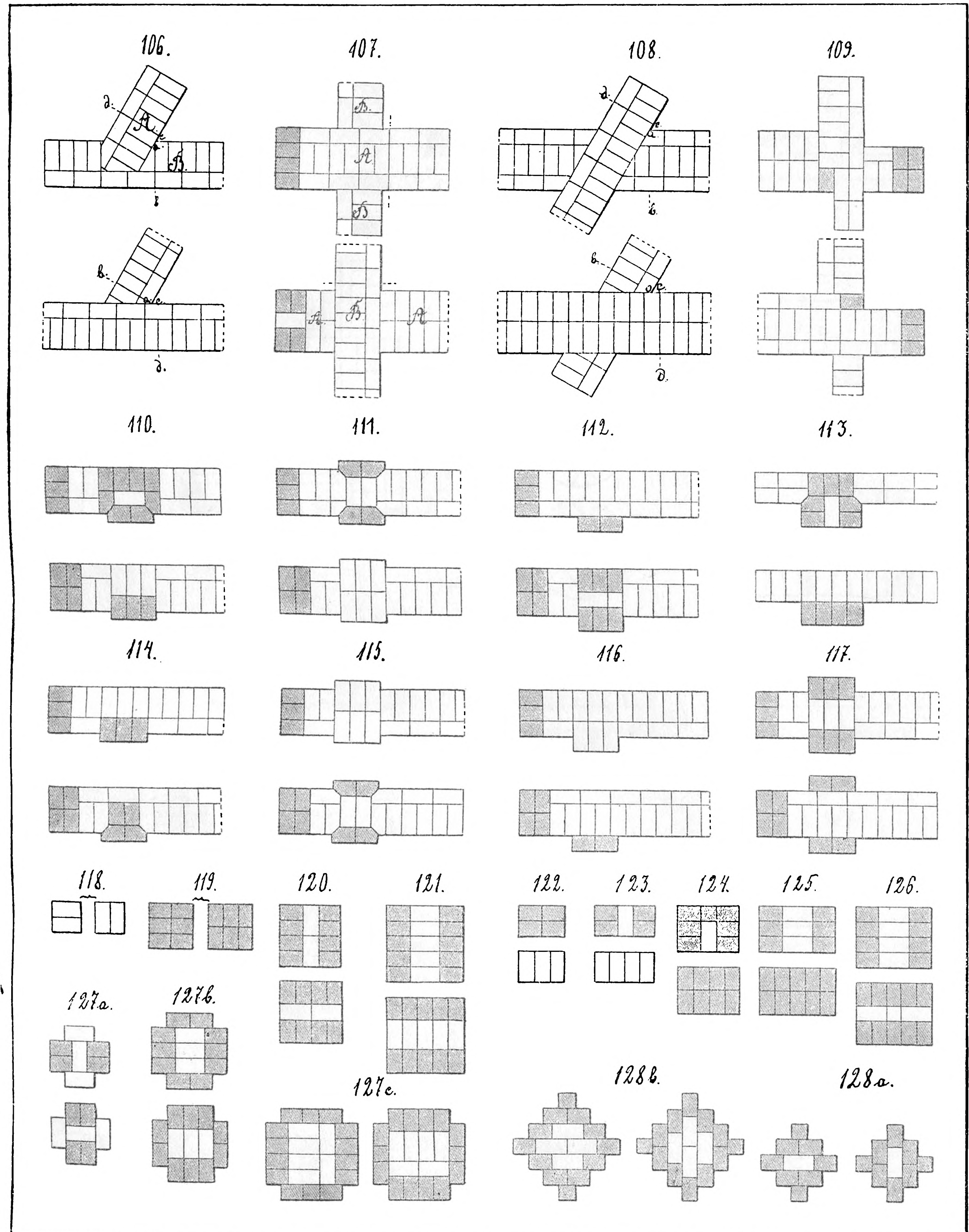

1.
3.
6.
В.у.г.в.
В.у.г.в.
В.у.г.в.
5.
В.у.г.в.
2.
4
7
В.у.г.в.
f
e
d
c
b
2½"
a
a

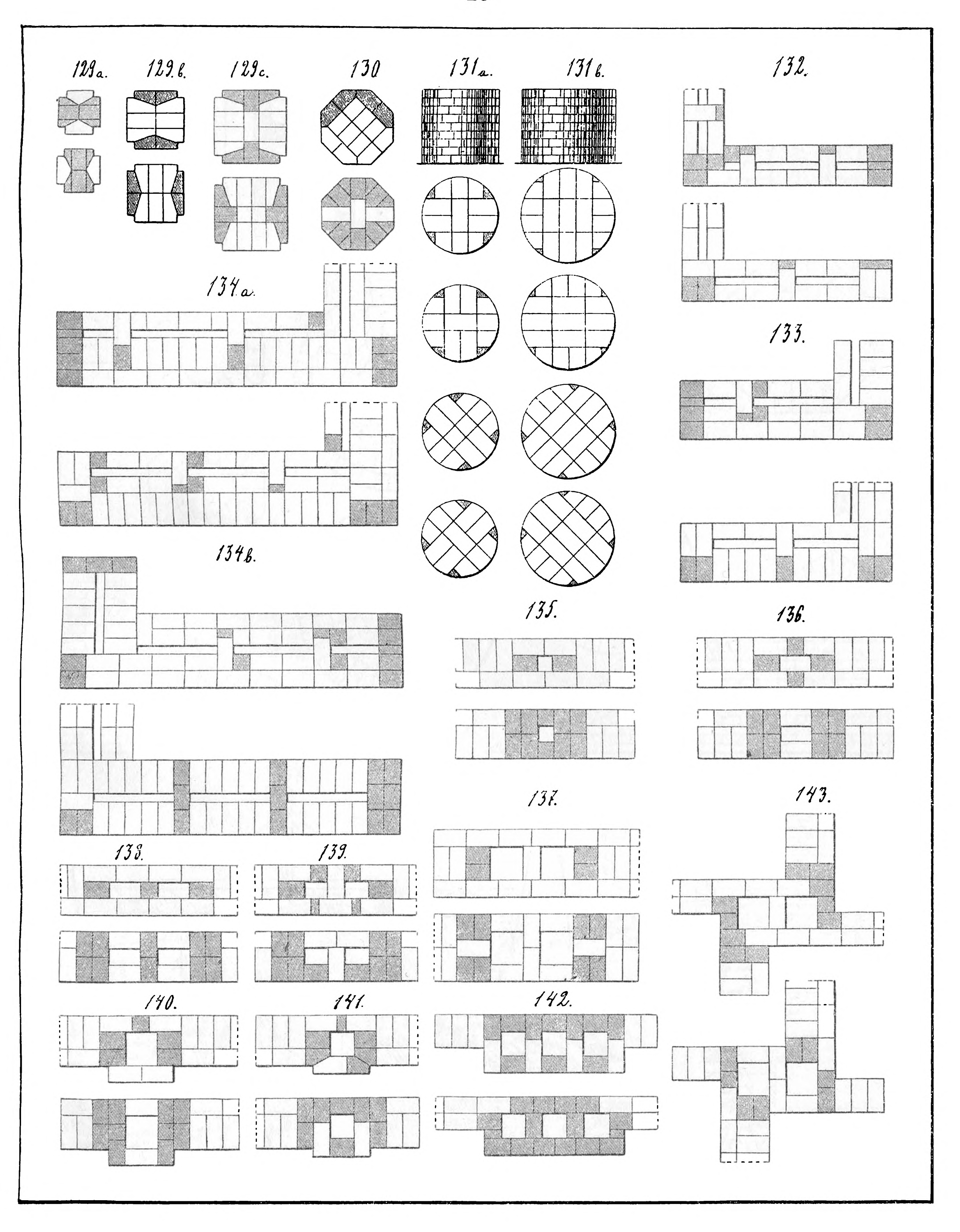

61.
62.
63.
64.
65a. 65b. 65c. 65d. 65e.
66a 66.b 66c
67.
68a.
68b
69a.
69b.
70.
71.
72.
73.
75.
74.

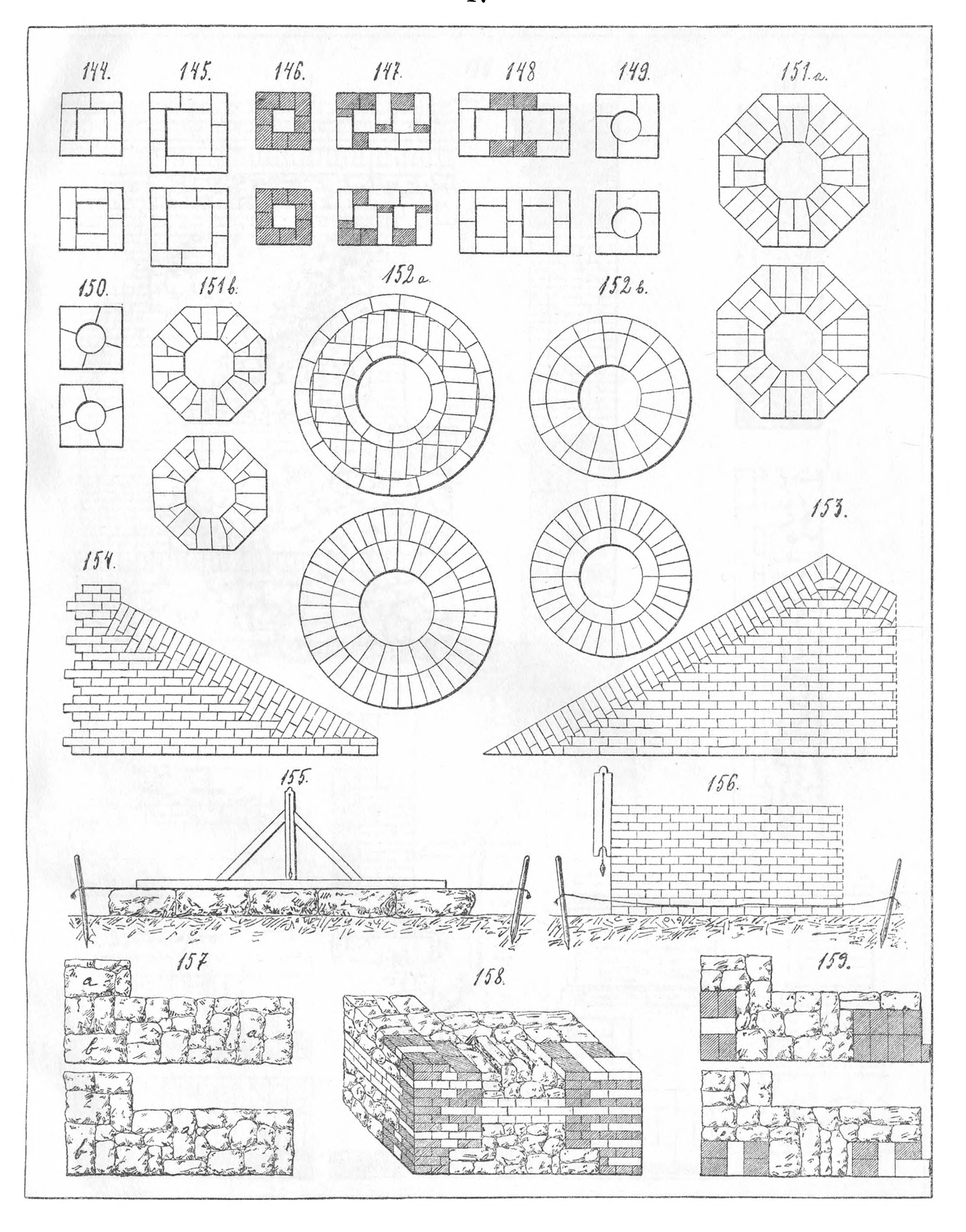

76.
78 a.
79 a.
77.
78 b.
79 b.
1 рядъ
2. рядъ.
3. рядъ.
4. рядъ.
80 a.
80 b.
80 c.
80 d.
80 e.
81 a.
81 b.
81 c.
82.
83.

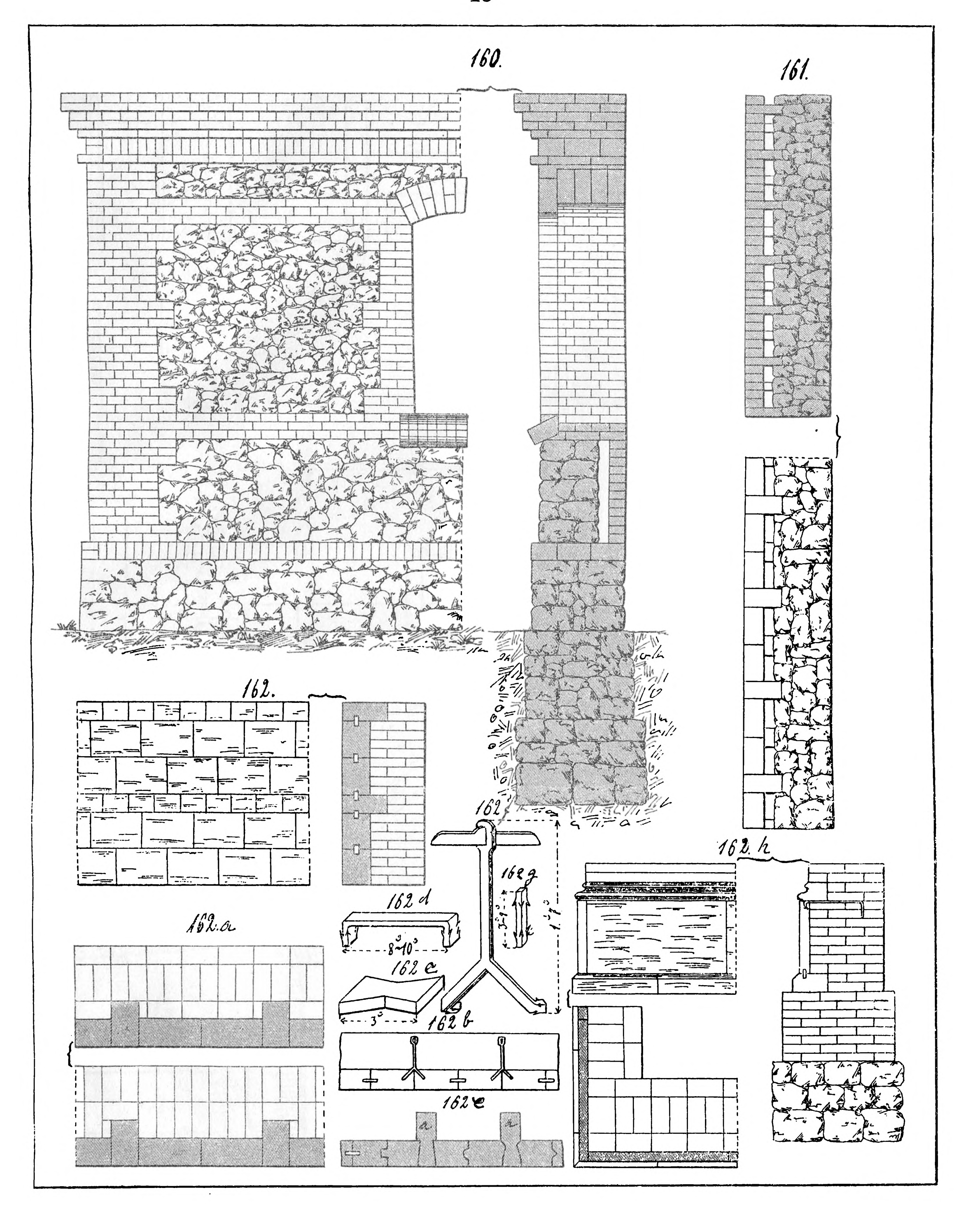

84.
85.
86.
87.
88.
89.
90.
91.
92.
93.
94
95.

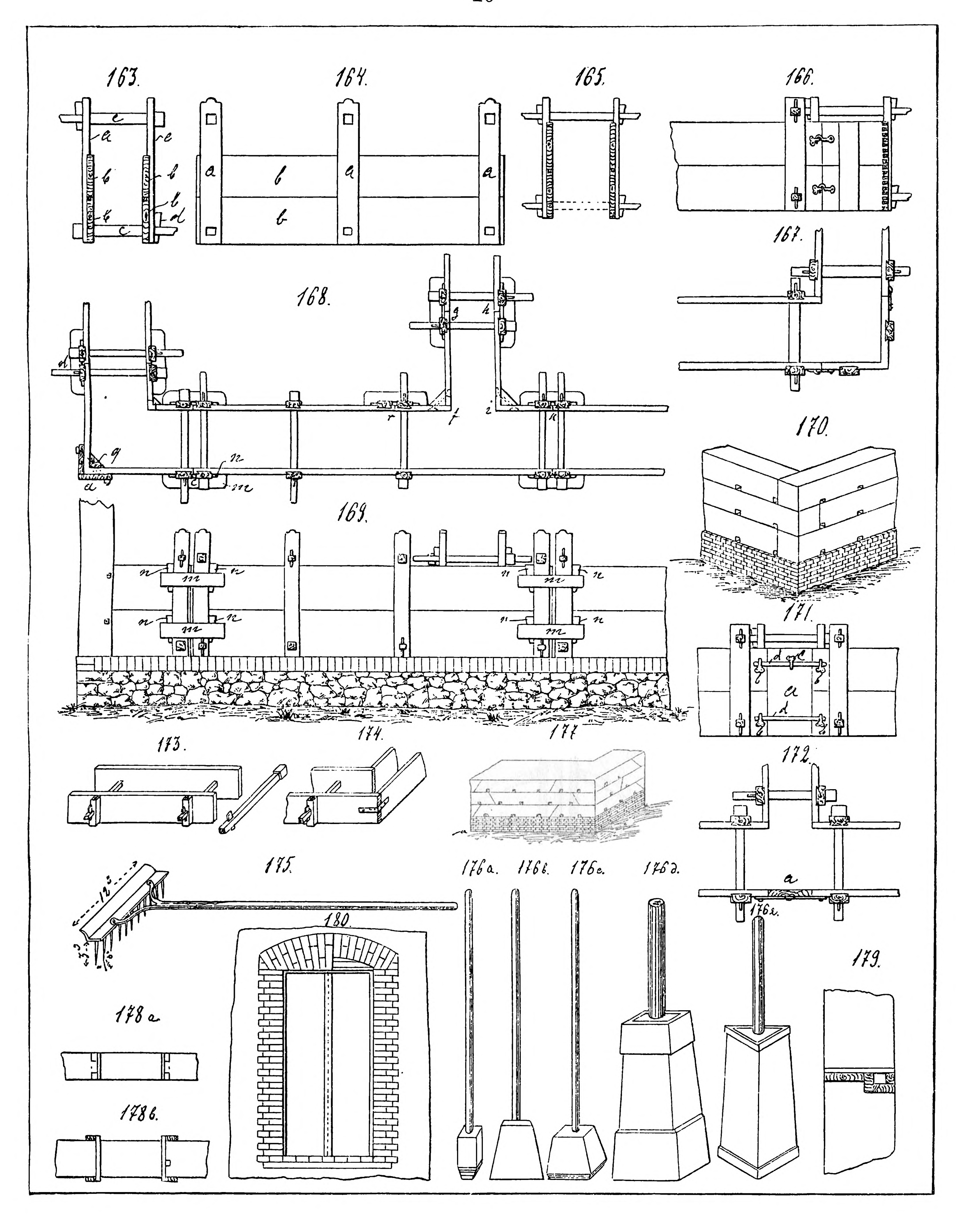

96.
97.
98.
99.
100 a.
100 b.
101 a.
101 b.
102.
103.
104.
105.

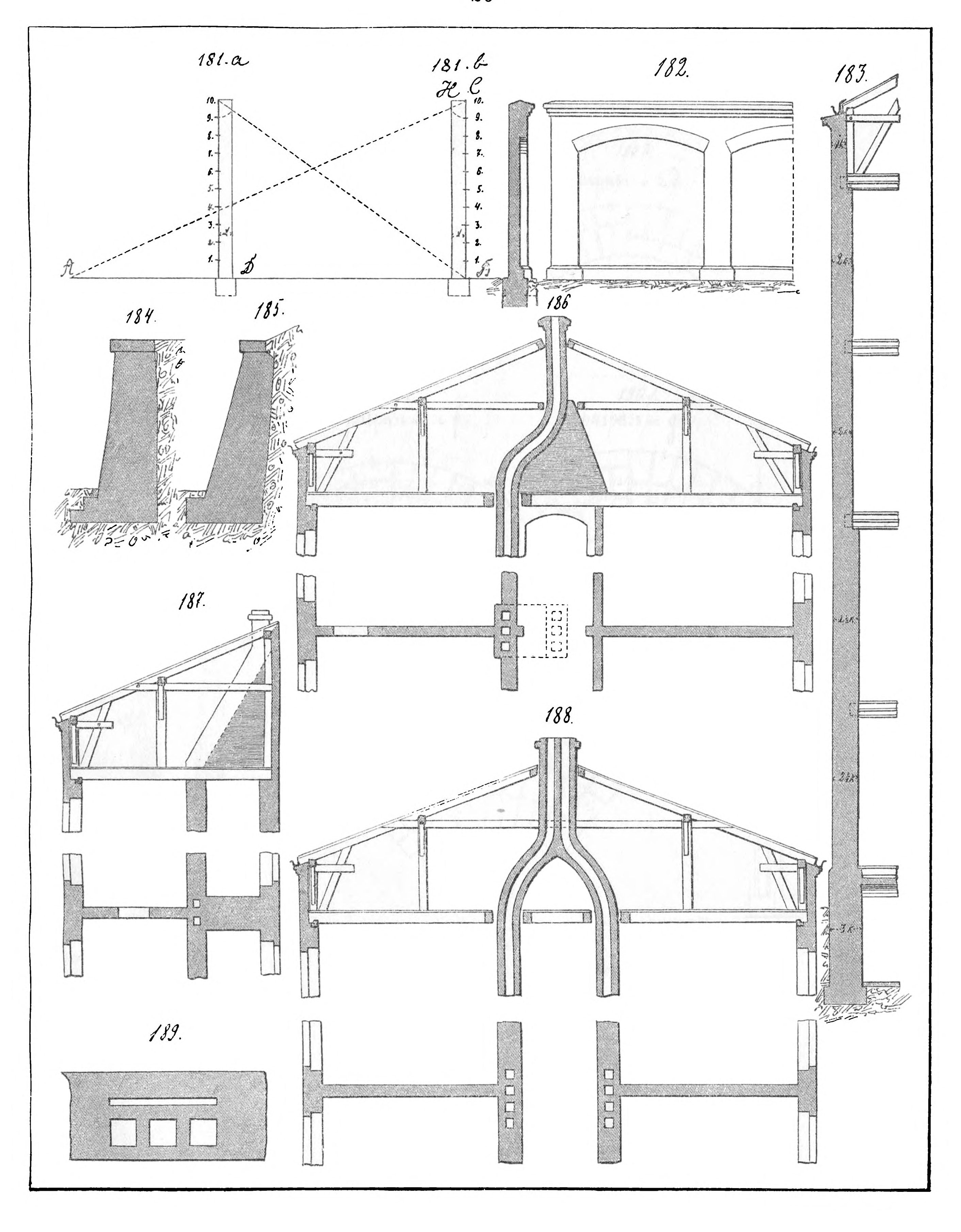

106.
107.
108.
109.
110.
111.
112.
113.
114.
115.
116.
117.
118.
119.
120.
121.
122.
123.
124.
125.
126.
127a.
127b.
127c.
128b.
128a.

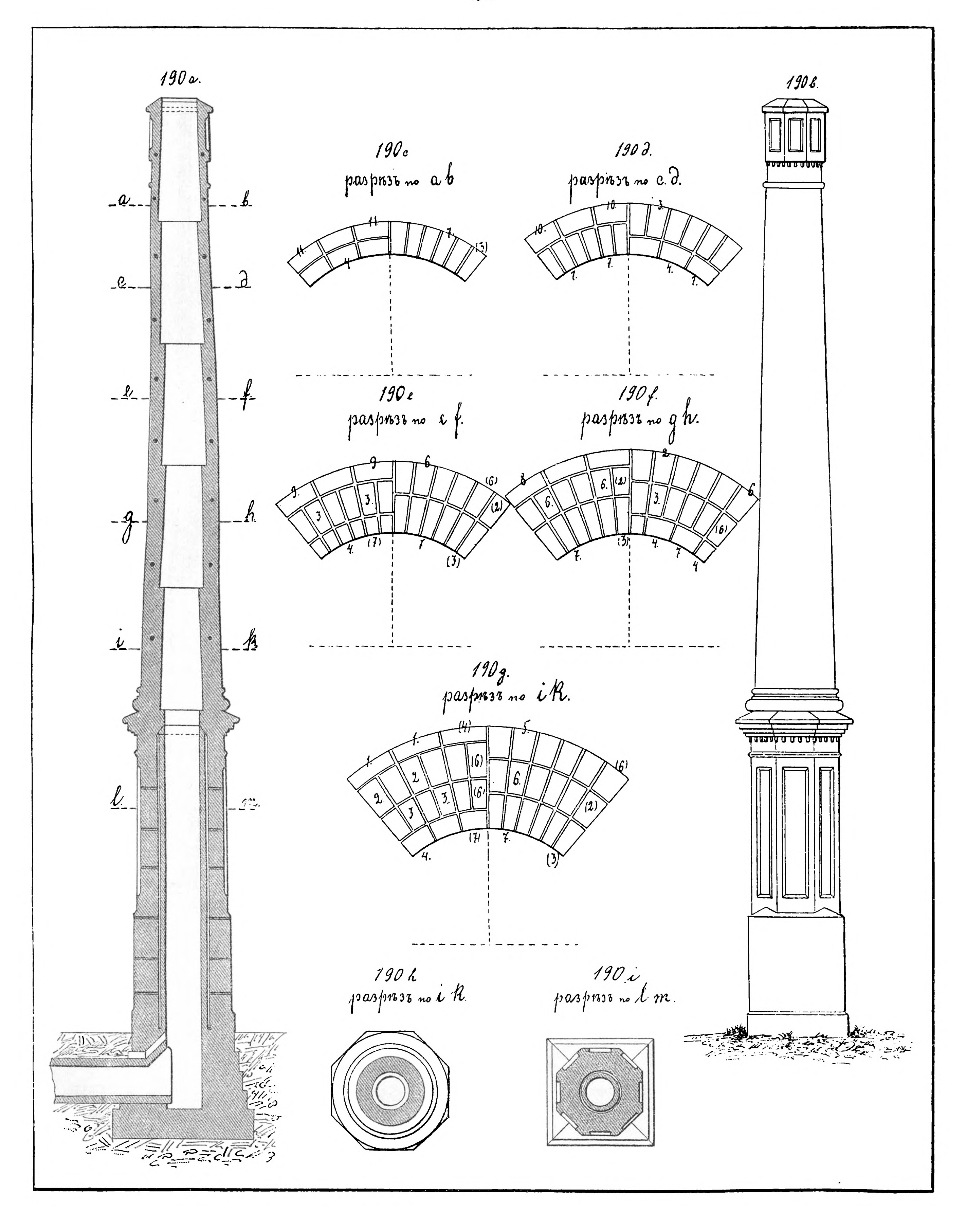

129a.
129.b.
129c.
130
131a.
131b.
132.
134a.
133.
134b.
135.
136.
137.
143.
138.
139.
140.
141.
142.

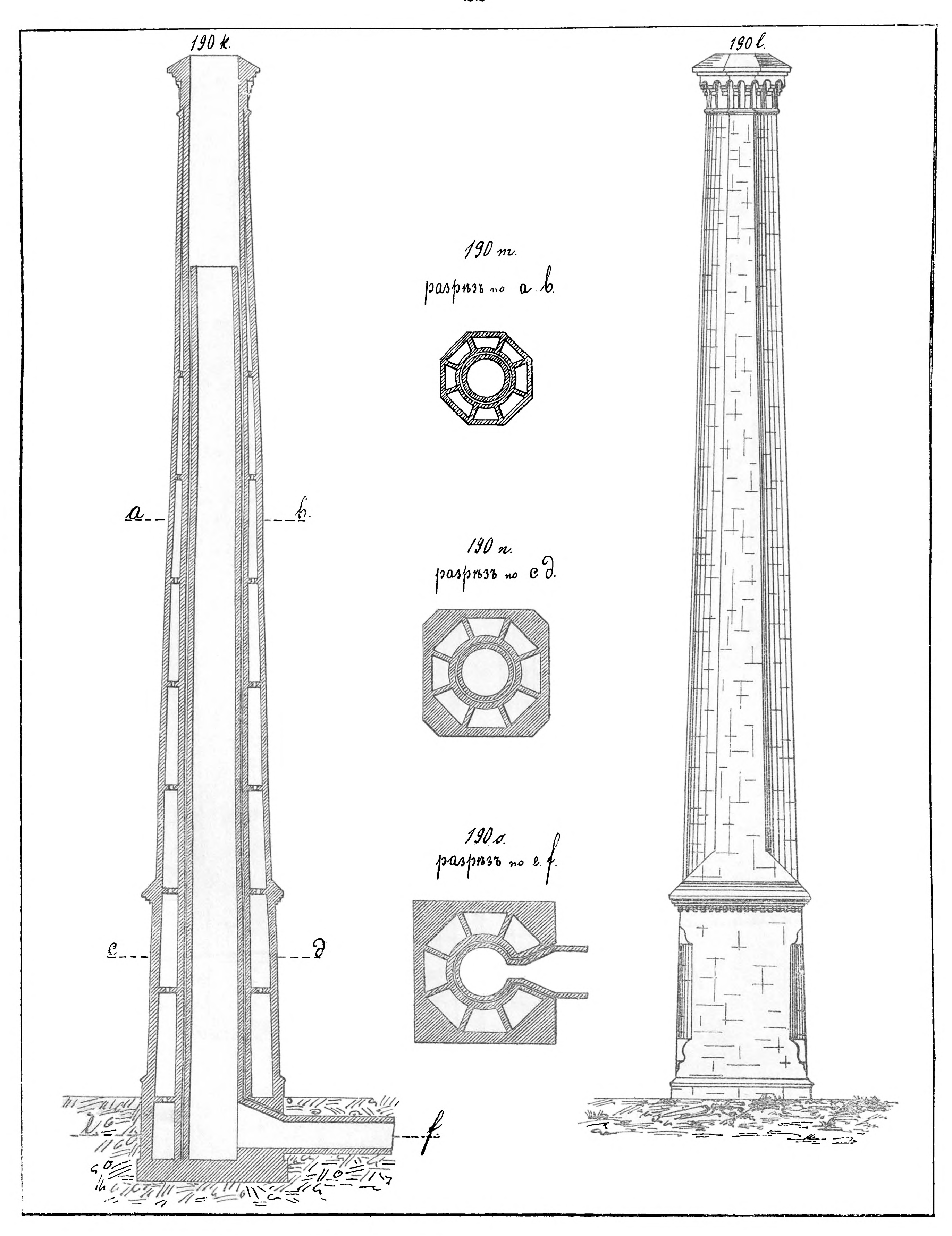

144.
145.
146.
147.
148
149.
151.a.
150.
151b.
152a.
152b.
153.
154.
155.
156.
157
158.
159.
a
b
a
a
b

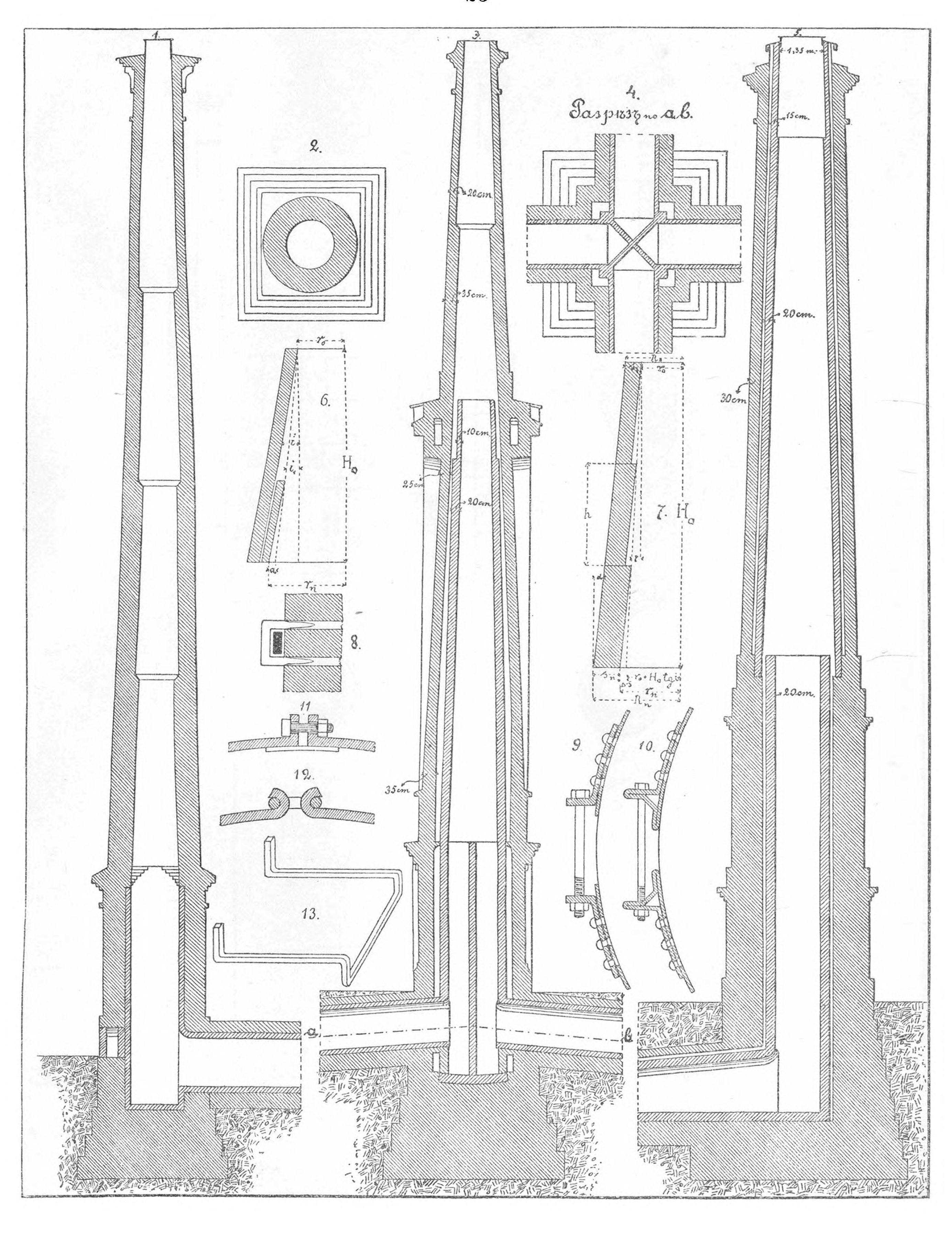

160.
161.
162.
162.a
162 d
162 e
162 b
162 c
162 g
162
162 h
a
a
8˚–10˚
3˚

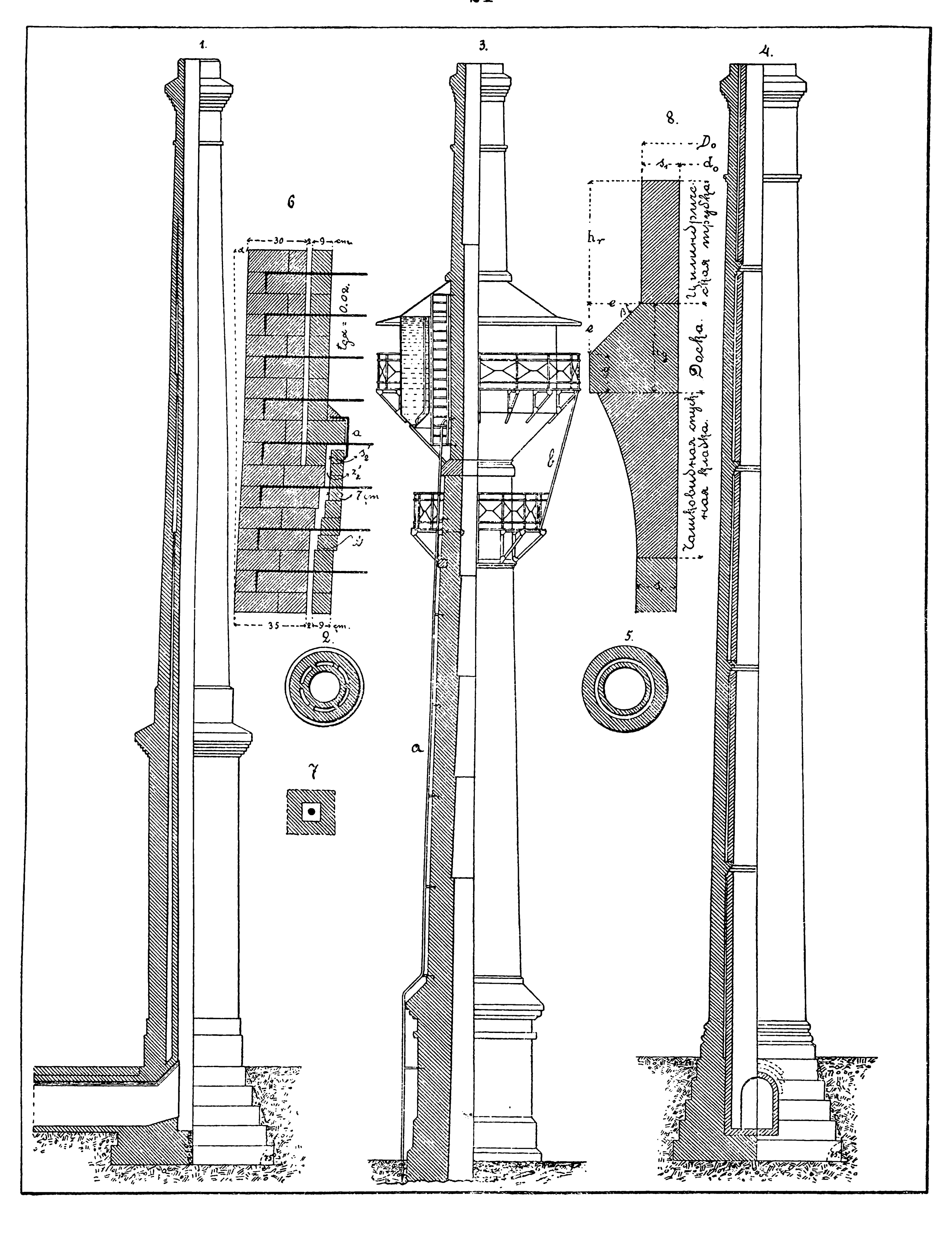

163.
164.
165.
166.
167.
168.
169.
170.
171.
172.
173.
174.
175.
176a.
176b.
176c.
176d.
176e.
177.
178a
178b.
179.
180.

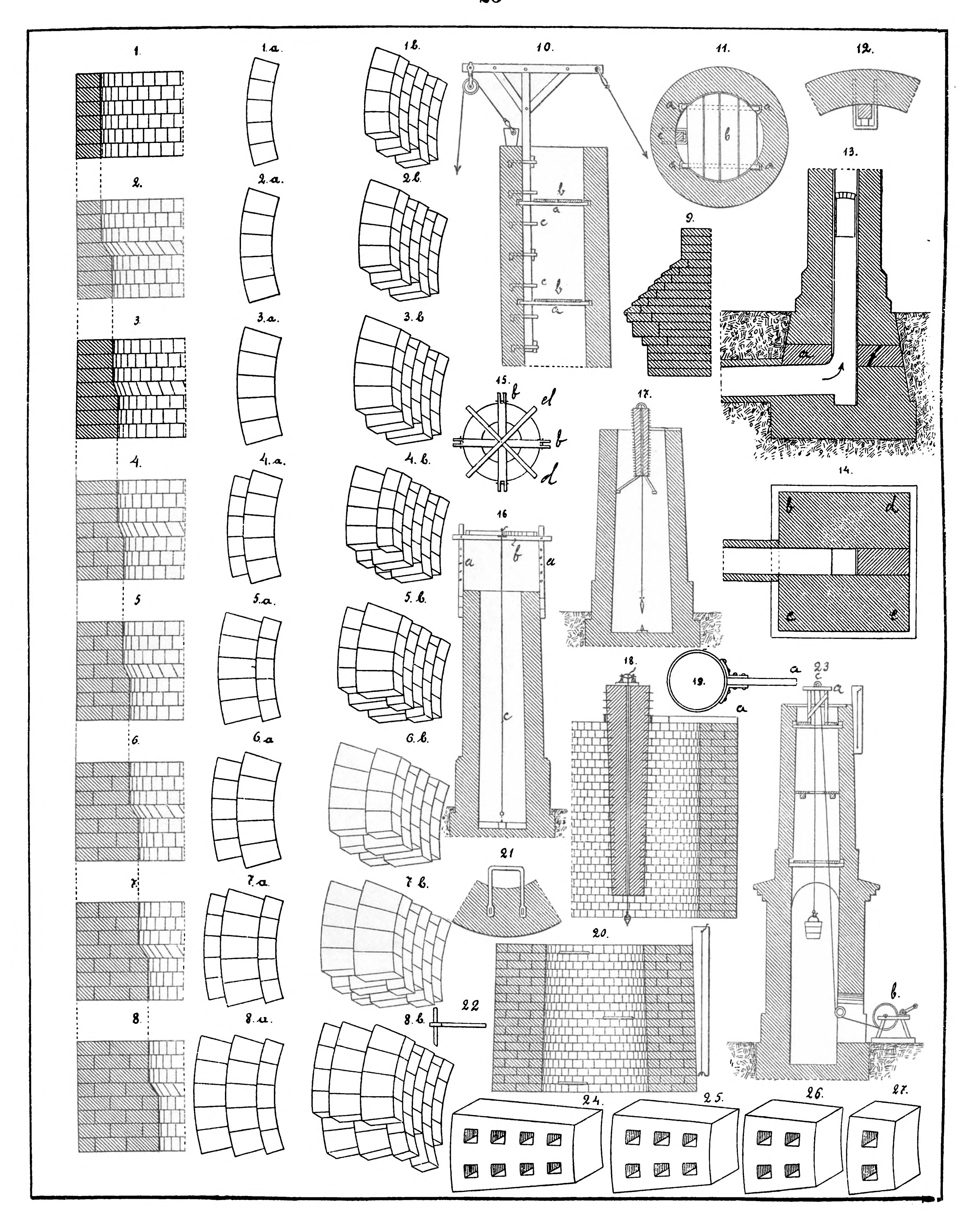

181.a
181.b
182.
183.
184.
185.
186
187.
188.
189.

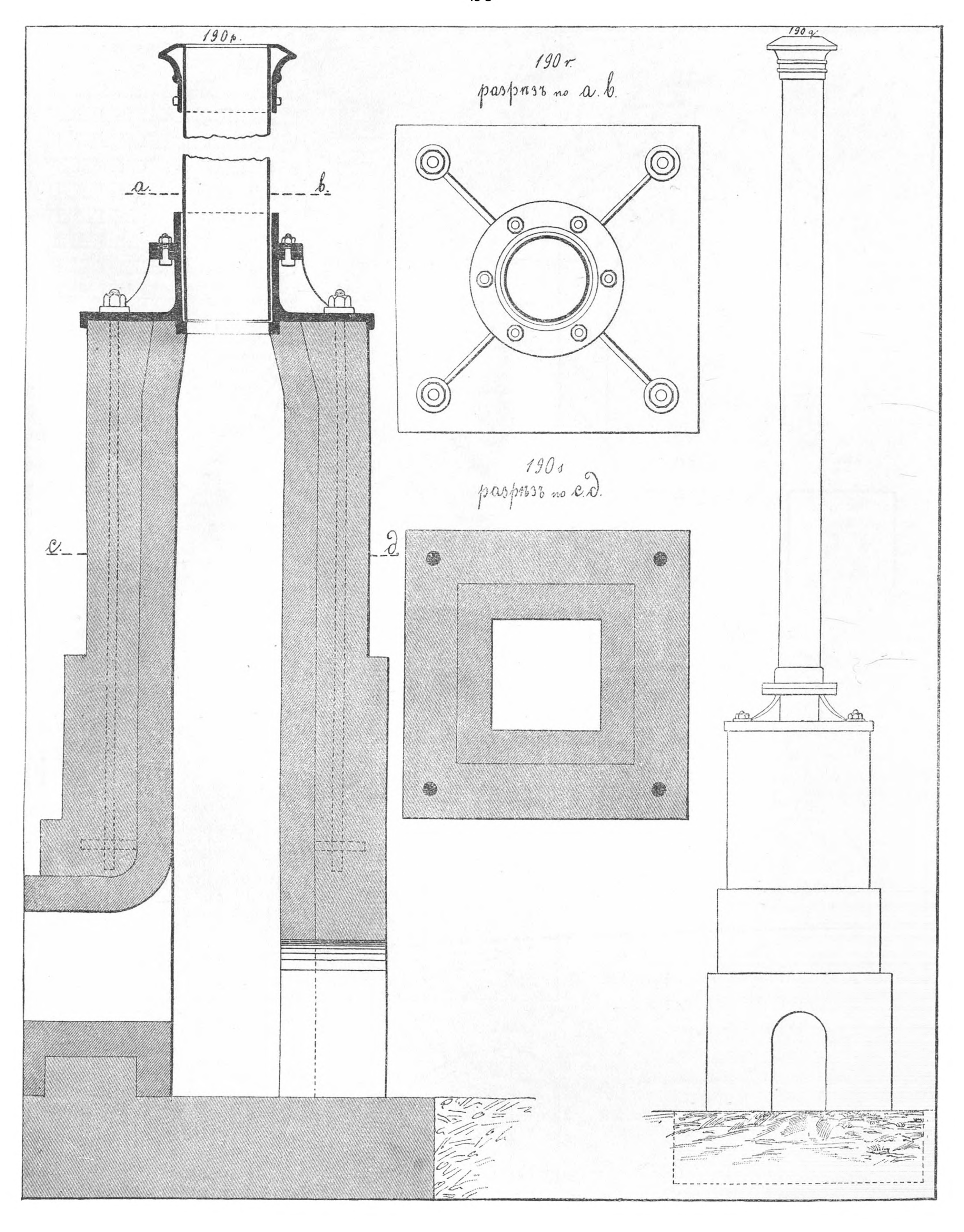

190 a.
190 b.
190 c
разрѣзъ по a b
190 d.
разрѣзъ по c. d.
190 e
разрѣзъ по e f.
190 f.
разрѣзъ по g h.
190 g.
разрѣзъ по i k.
190 h
разрѣзъ по i k.
190 i
разрѣзъ по l m.

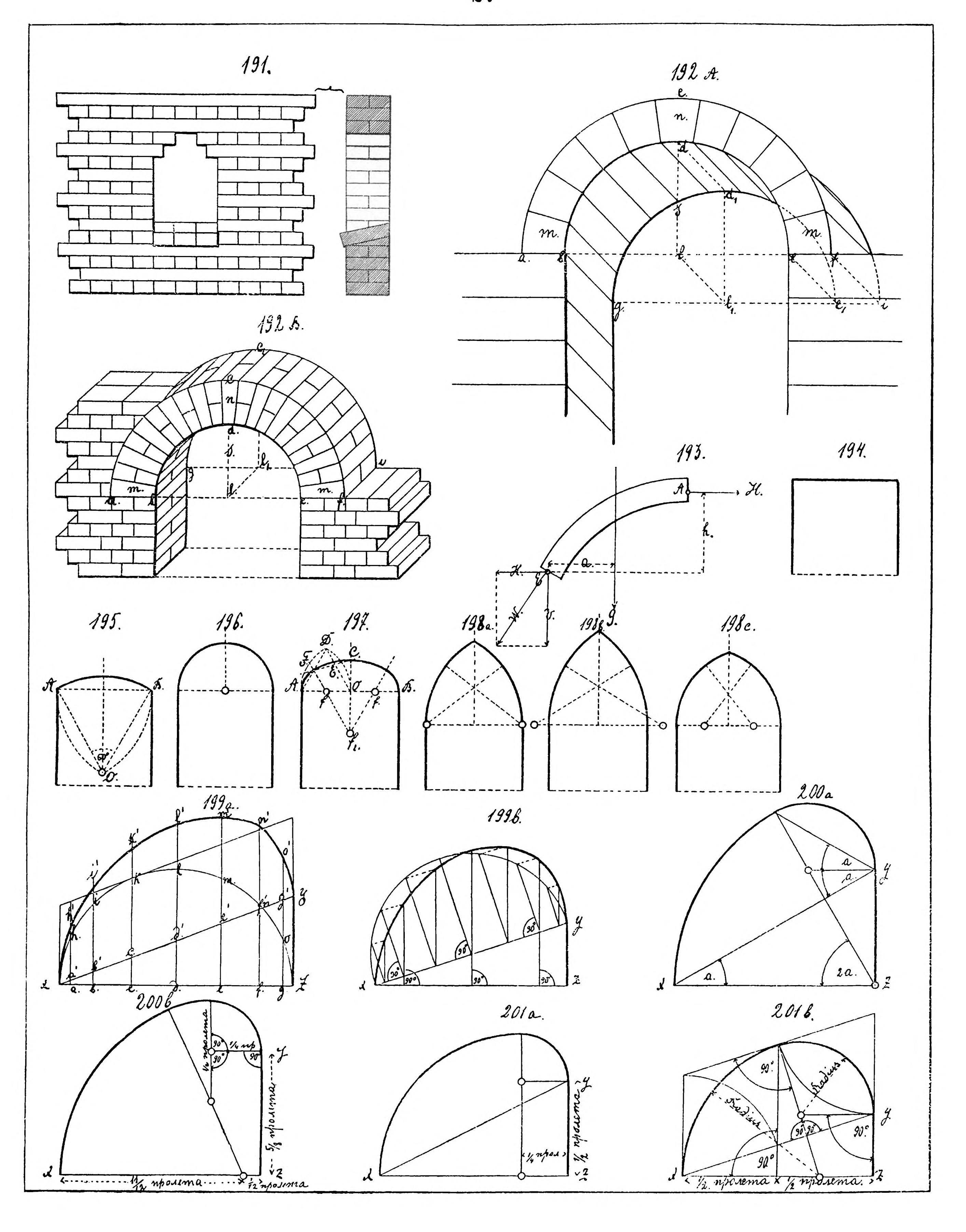

190 k.
190 l.
190 m.
разрѣзъ по a. b.
a
b.
190 n.
разрѣзъ по c д.
c
д
190 o.
разрѣзъ по e. f.
f.

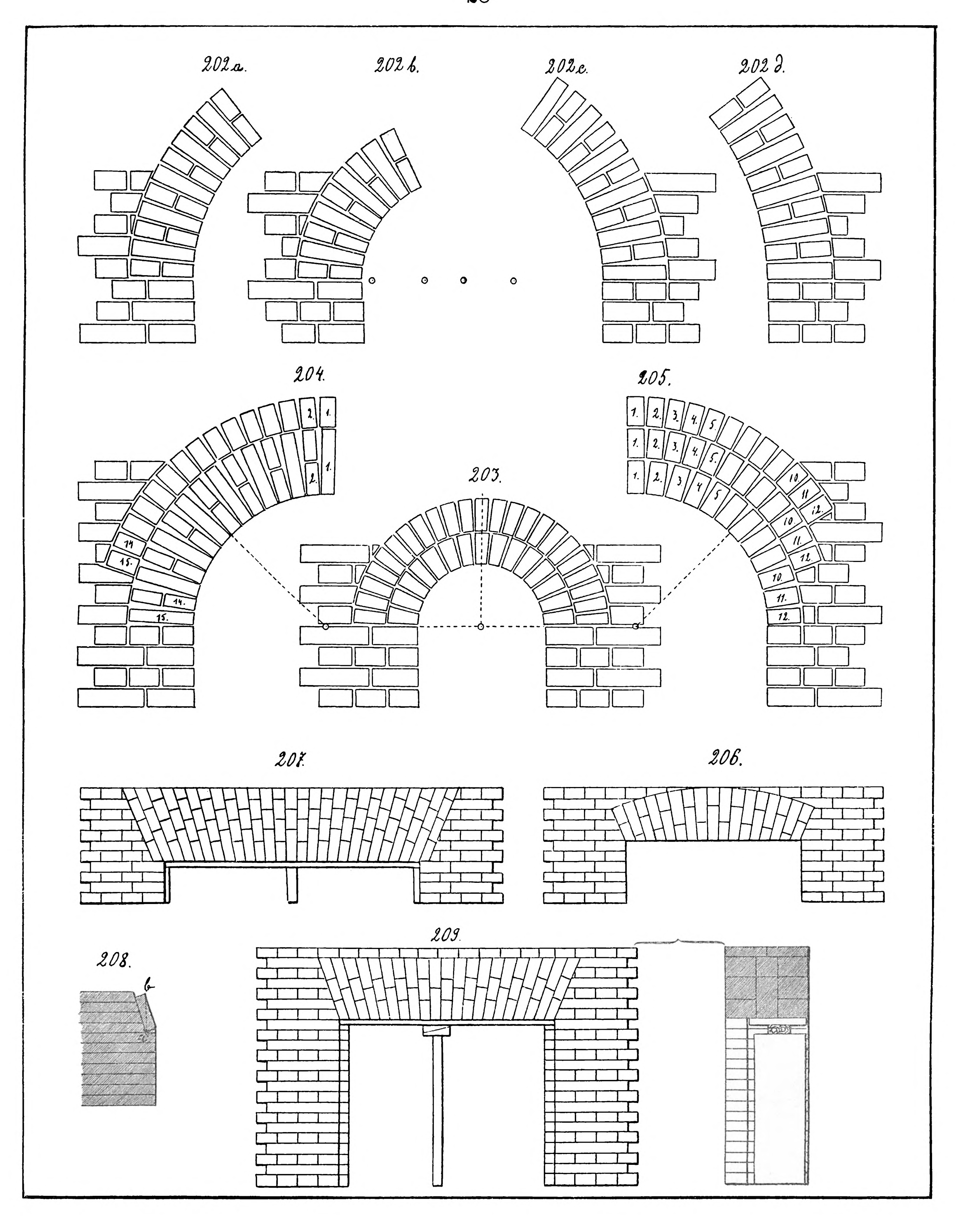

1.
3.
5.
4.
Разрѣзъ по a b.
2.
20cm.
35cm.
1,35 m.
15cm.
20cm.
30cm
6.
H_0
r_0
r_n
7. H_0
h
10cm.
25cm
20cm.
20cm.
8.
11
12.
13.
9.
10.
35cm
a
b

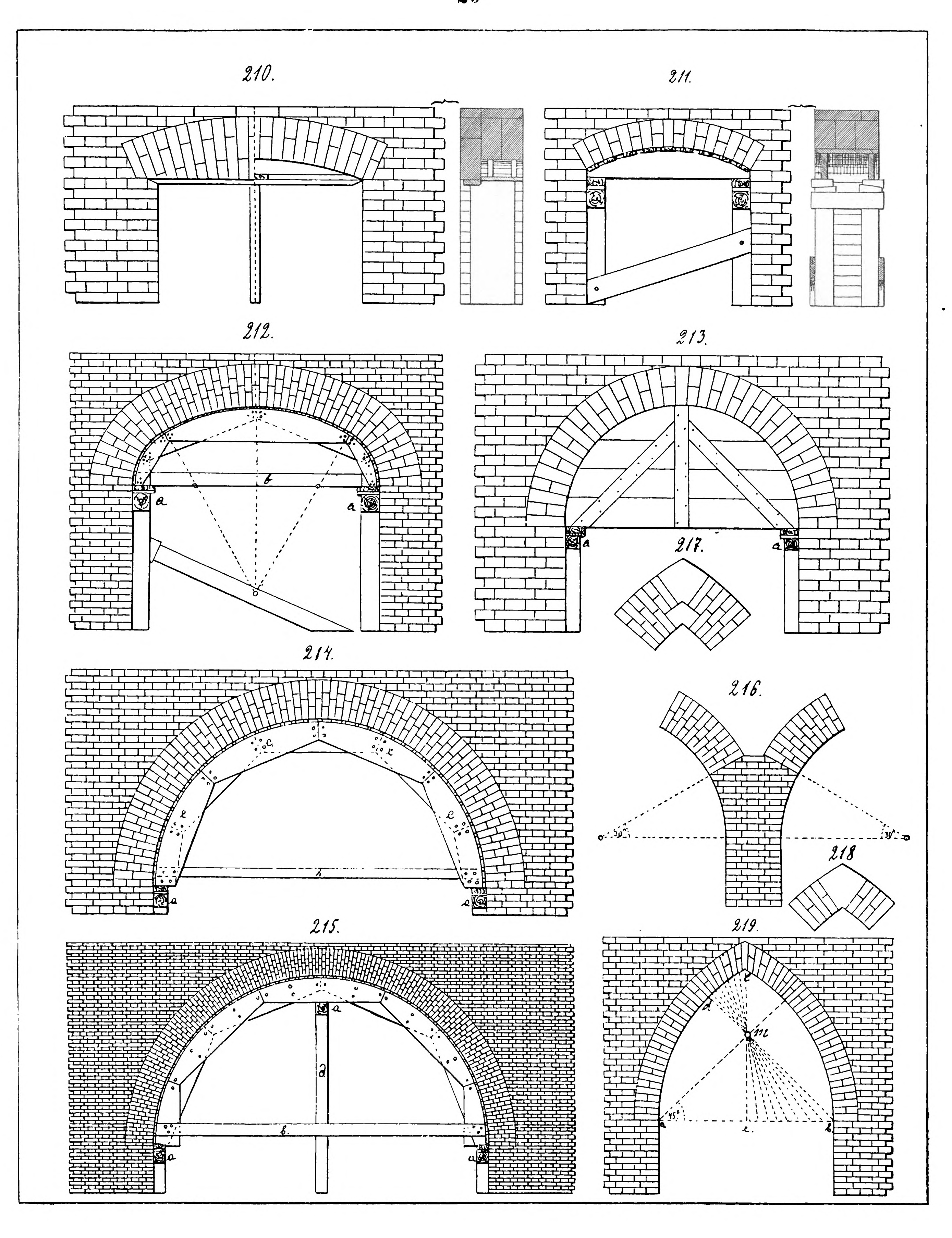

1.
3.
4.
8.
6
2.
5.
7
a
в
D_o
d_o
h_r
Цилиндрическая трубка
Доска
Чашковидная ступенчатая кладка

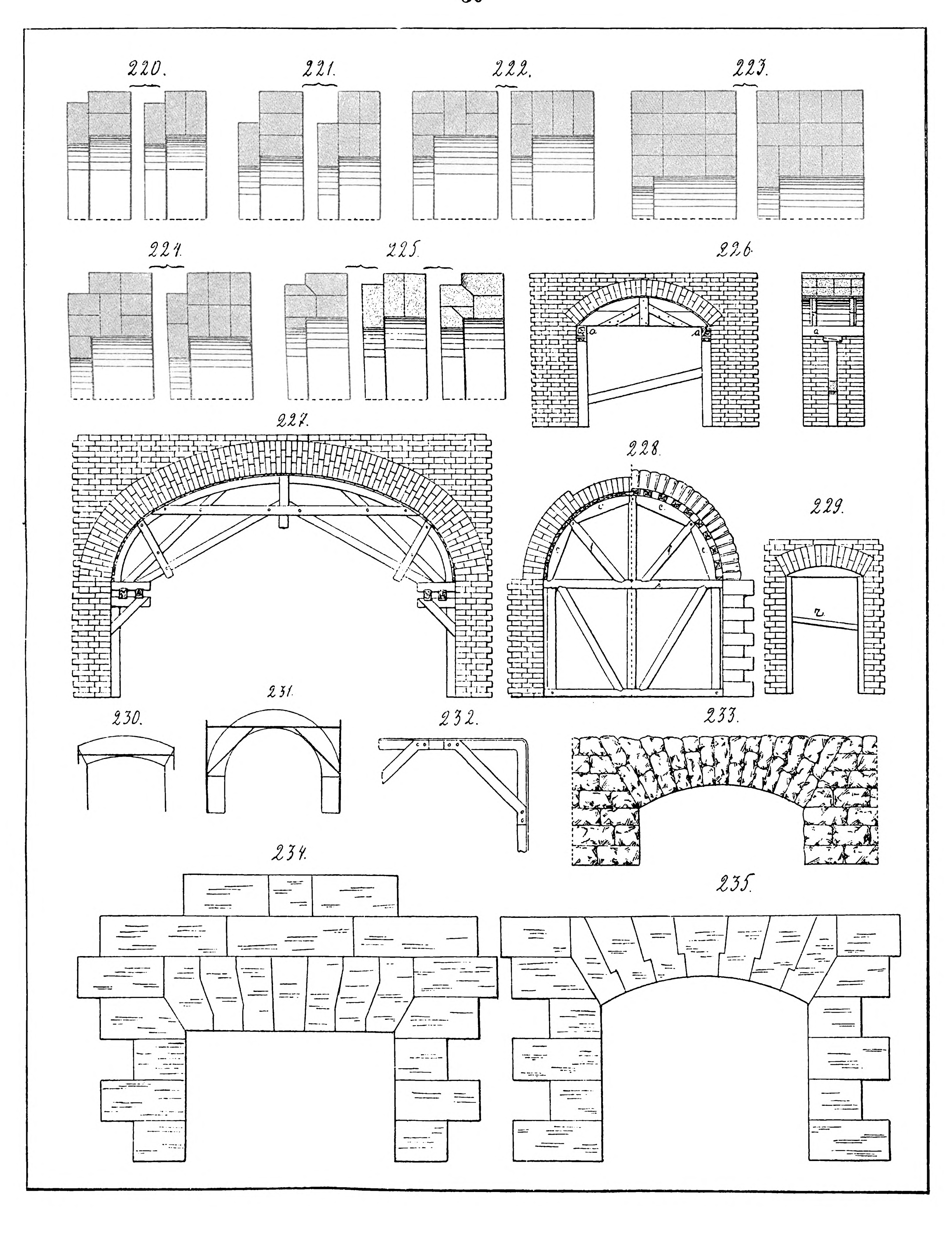

1.
1.a.
1.b.
10.
11.
12.
2.
2.a.
2.b.
9.
13.
3.
3.a.
3.b.
15.
17.
4.
4.a.
4.b.
14.
16
5
5.a.
5.b.
18.
19.
23
6.
6.a
6.b.
21
7.
7.a.
7.b.
20.
22
8.
8.a.
8.b.
24.
25.
26.
27.

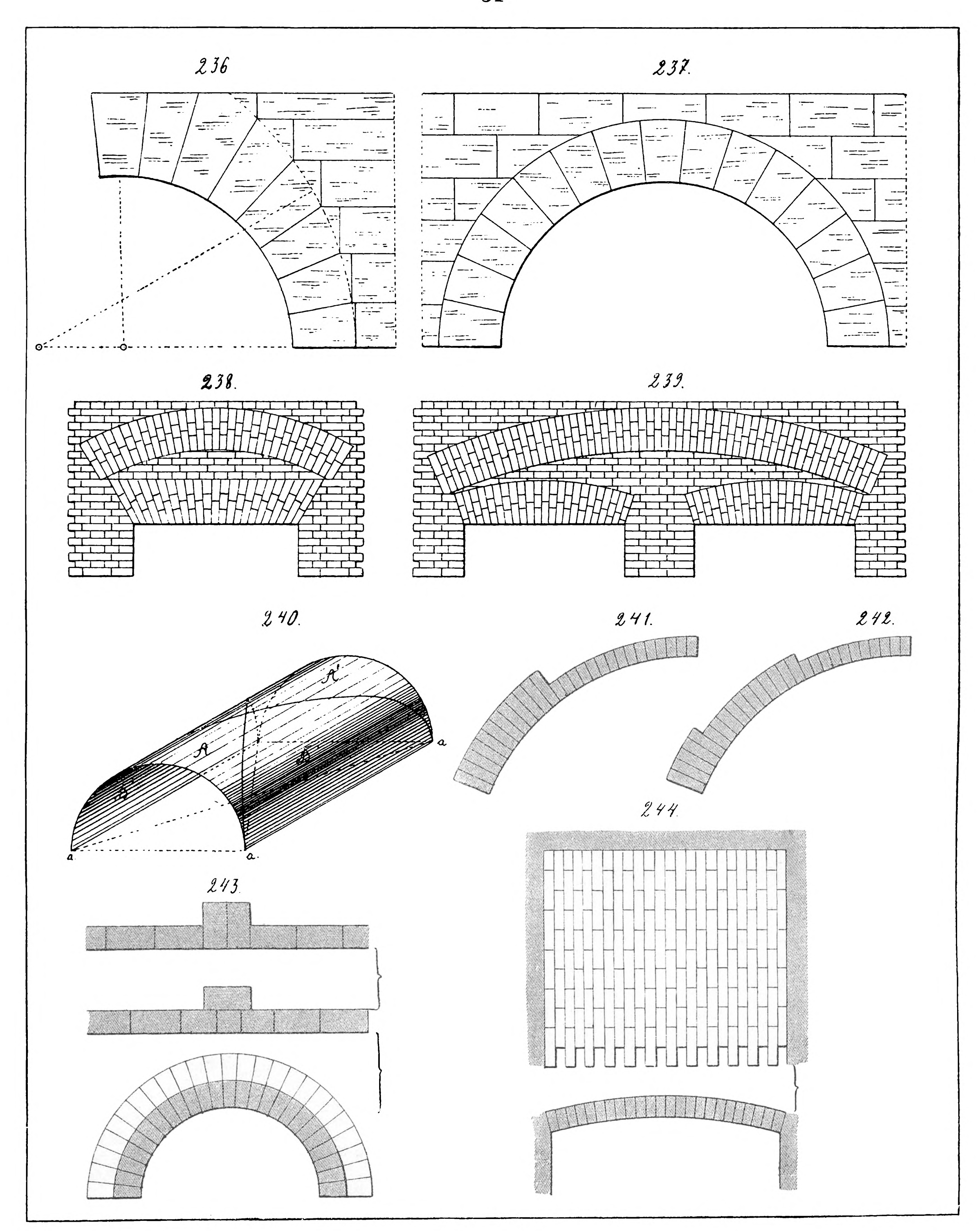

190 p.
190 r.
разрѣзъ по a. b.
a.
b.
190 s
разрѣзъ по c. д.
c.
д.
190 q.

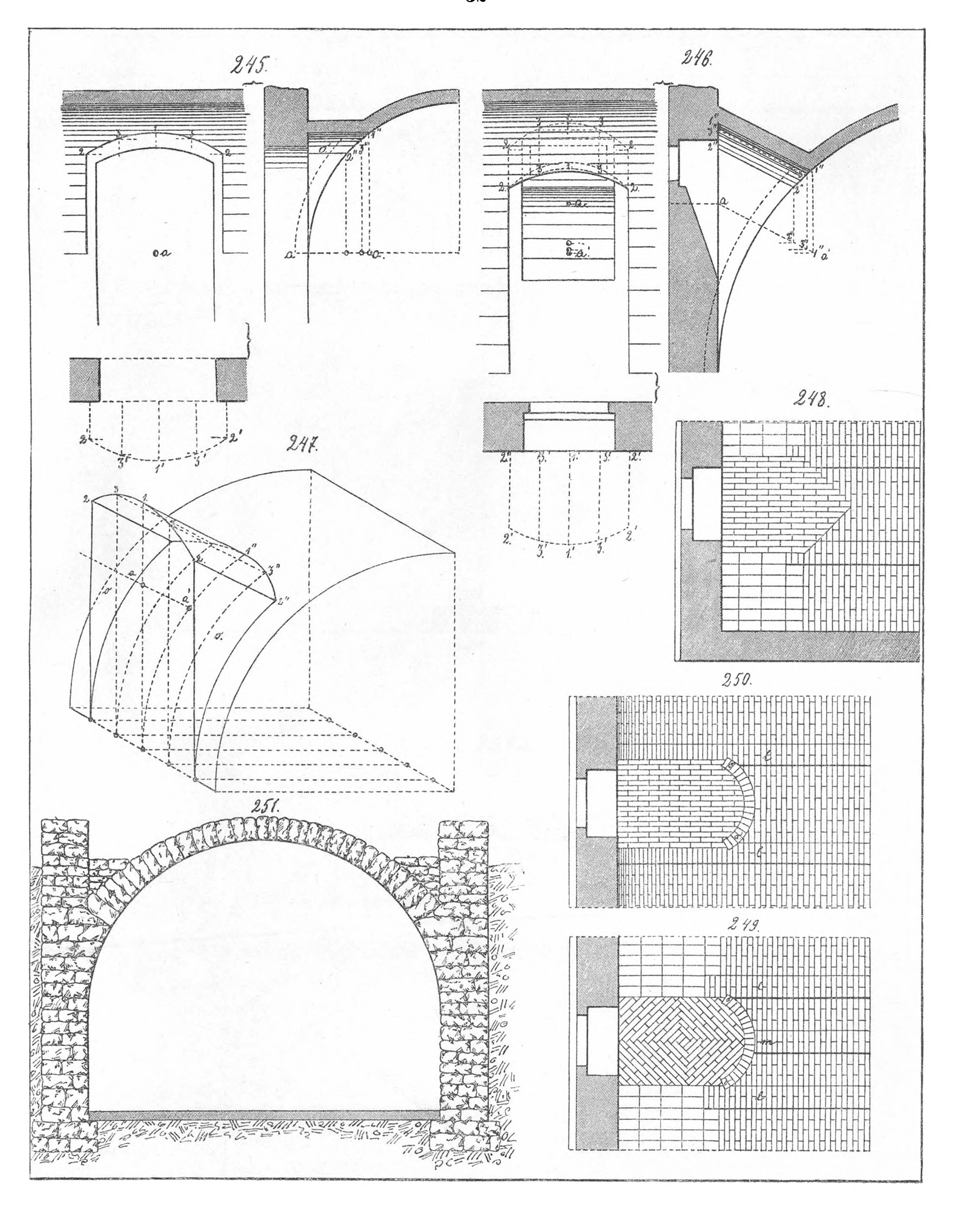

191.
192 A.
192 Б.
193.
194.
195.
196.
197.
198a.
198в.
198c.
199a.
199в.
200a
200в
201a.
201в.
1/4 пролета
1/4 пр
5/8 пролета
11/12 пролета
1/12 пролета
1/4 прол
1/2 пролета
Radius
Radius
1/2 пролета
1/2 пролета.

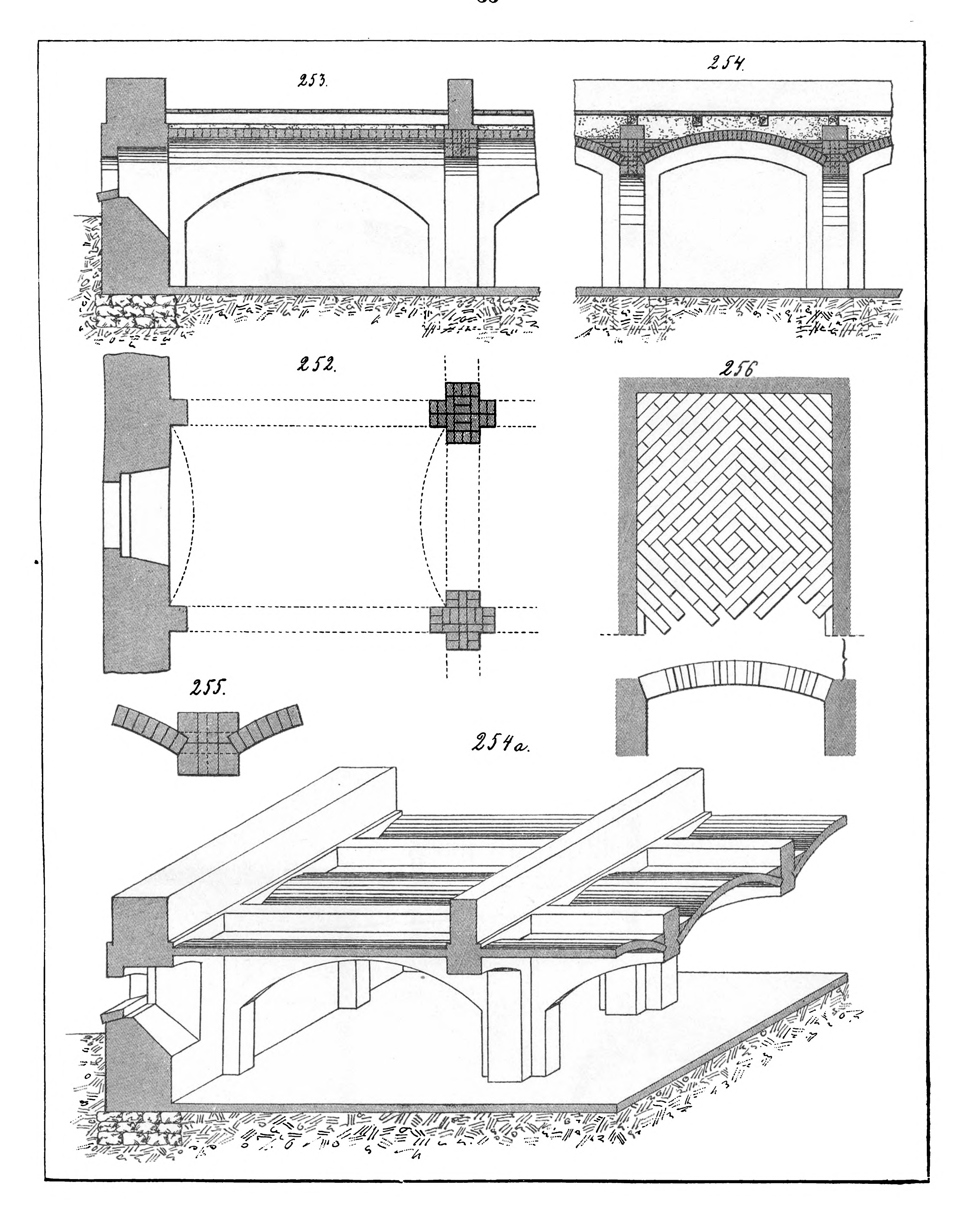

202 a.
202 b.
202 c.
202 d.
204.
205.
203.
207.
206.
208.
209.

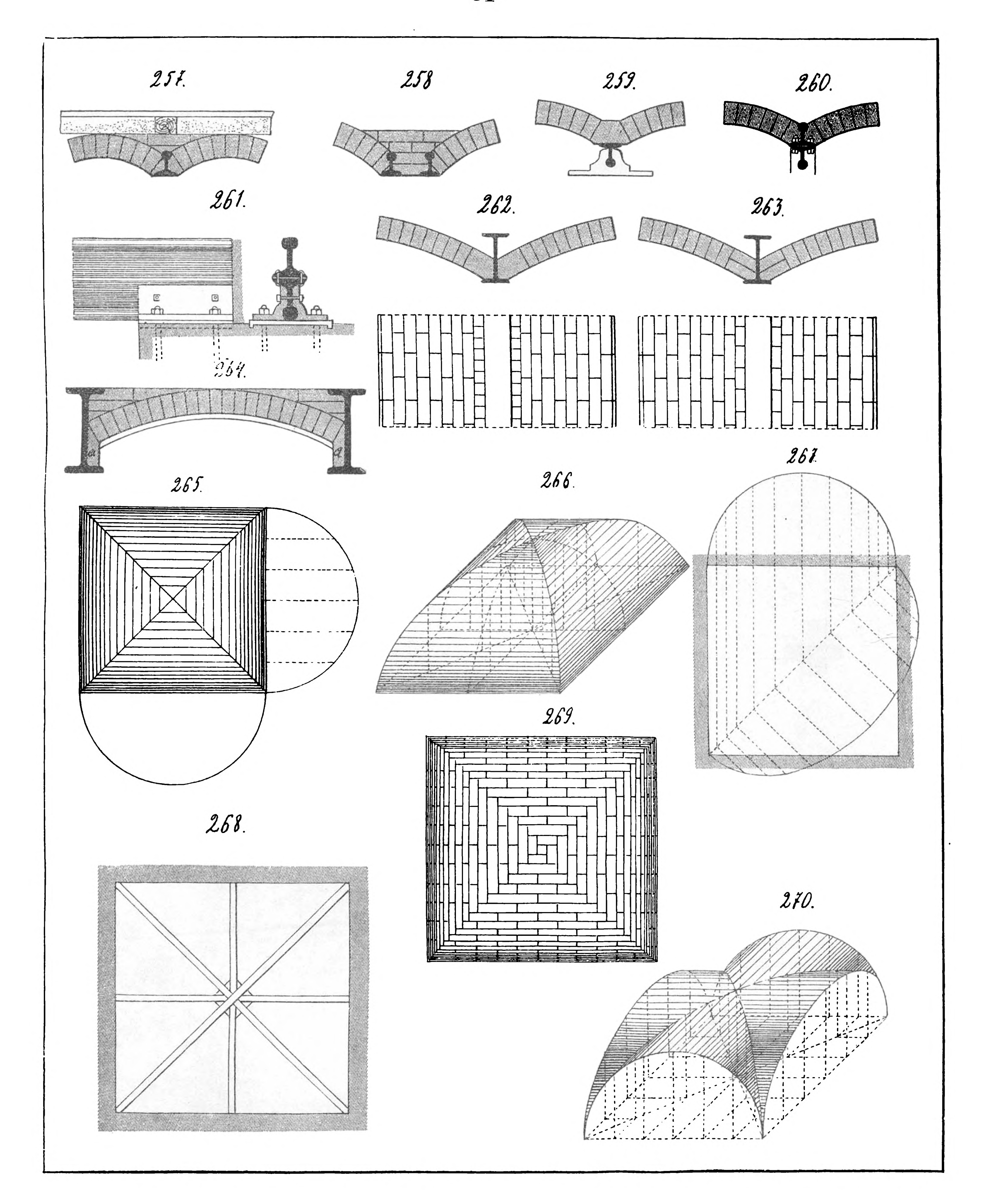

210.
211.
212.
213.
214.
215.
216.
217.
218
219.

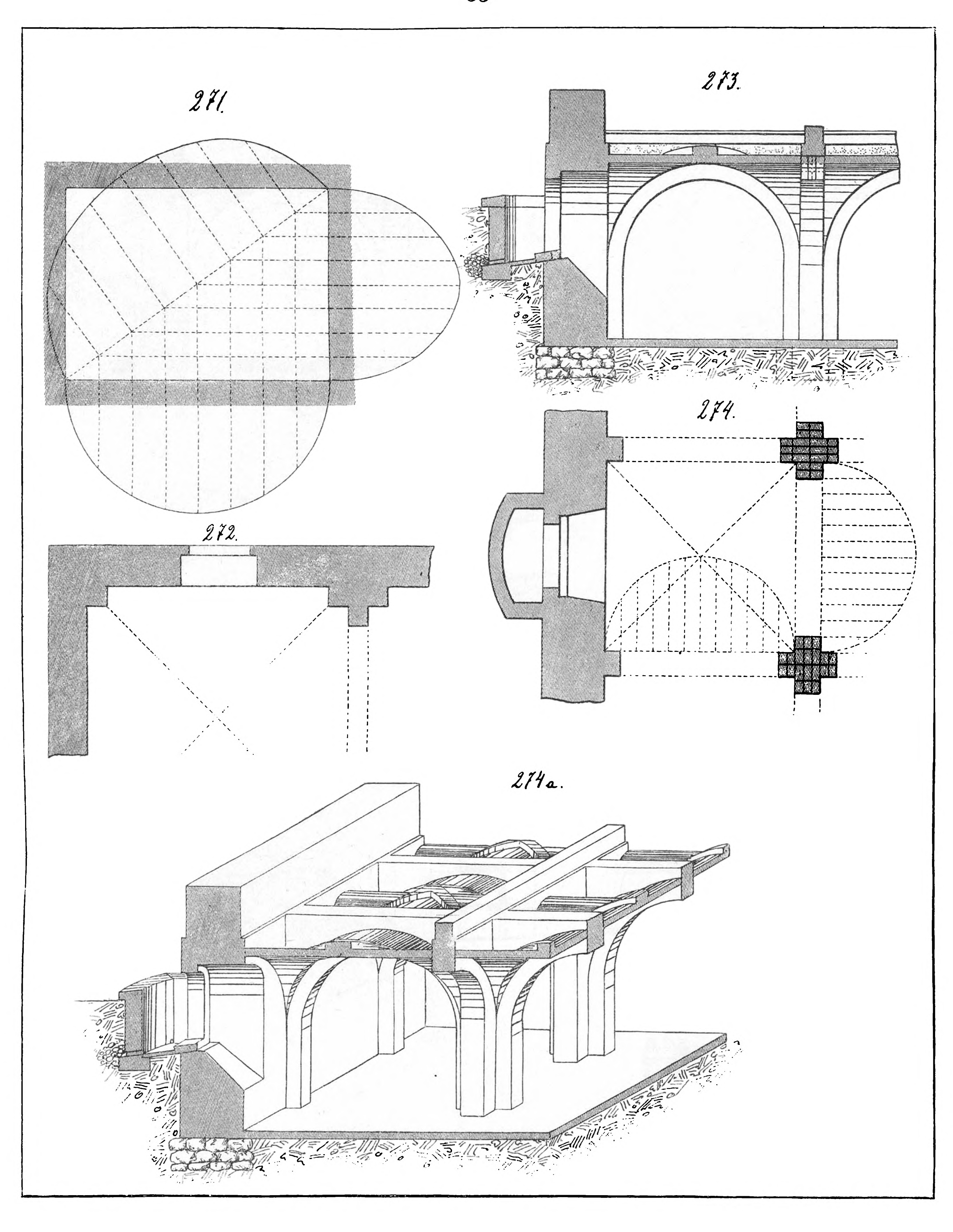

220.
221.
222.
223.
224.
225.
226.
227.
228.
229.
230.
231.
232.
233.
234.
235.

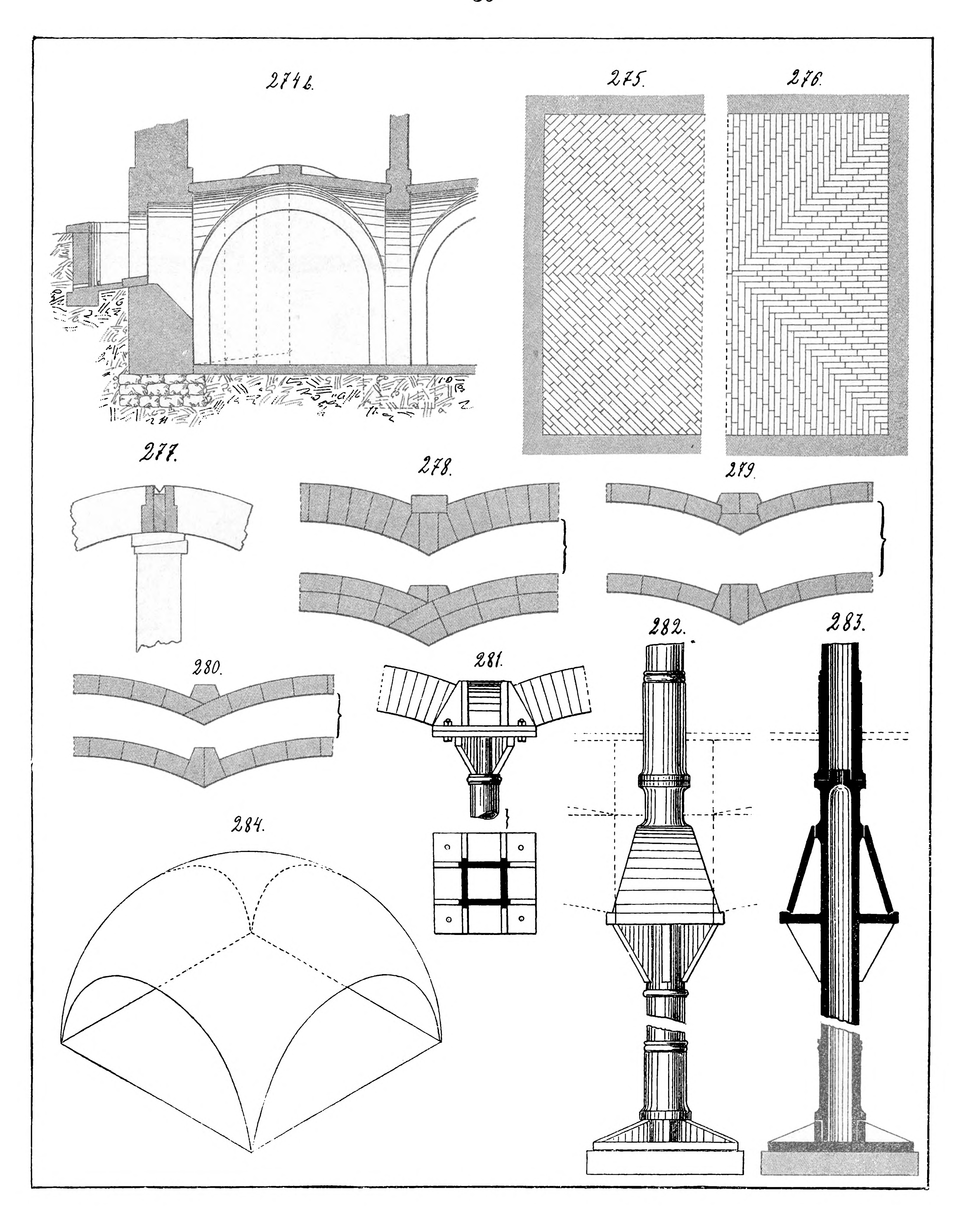

236
237.
238.
239.
240.
241.
242.
243.
244.
A
A'
B
B
a
a.
a

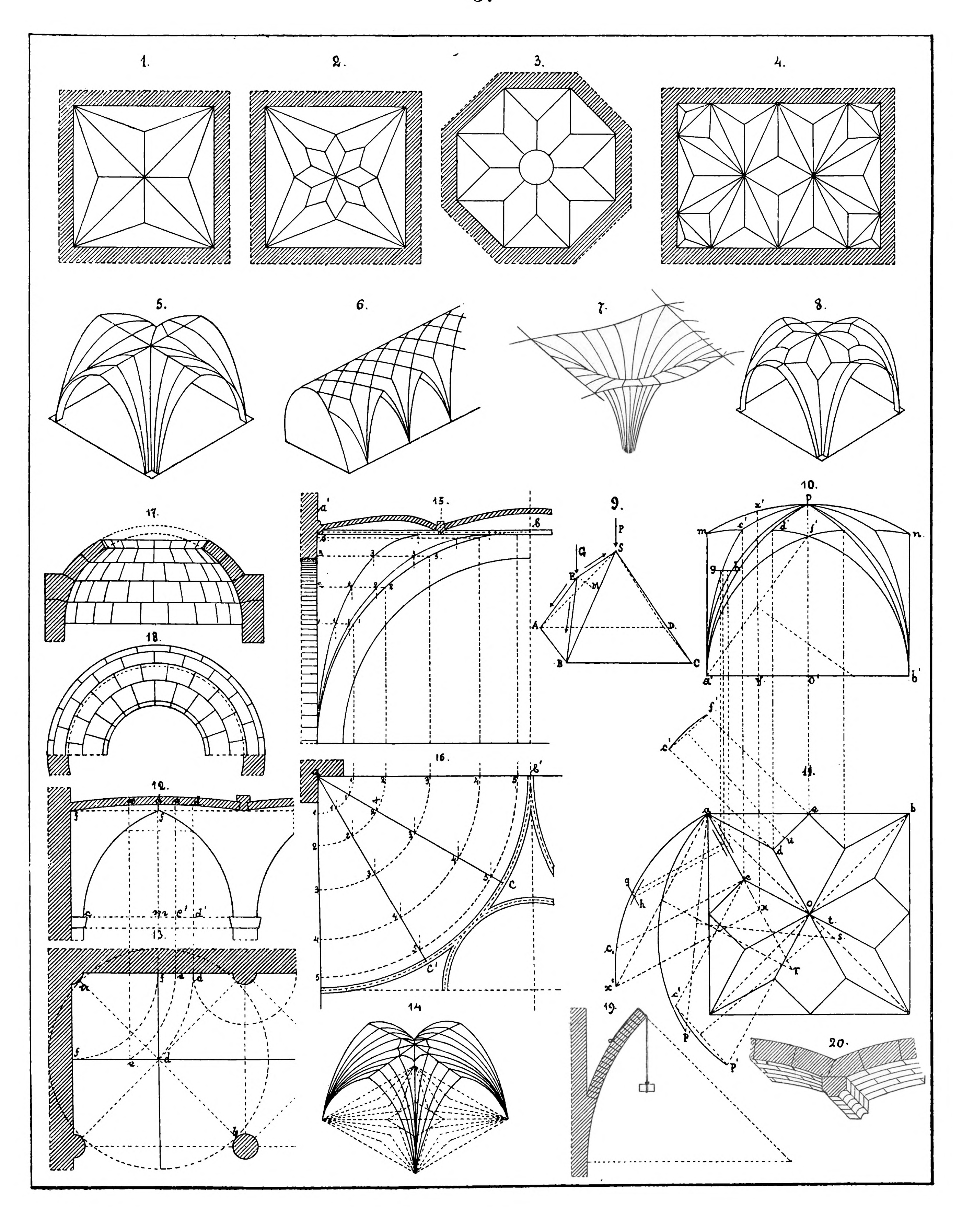

245.
246.
247.
248.
250.
249.
251.

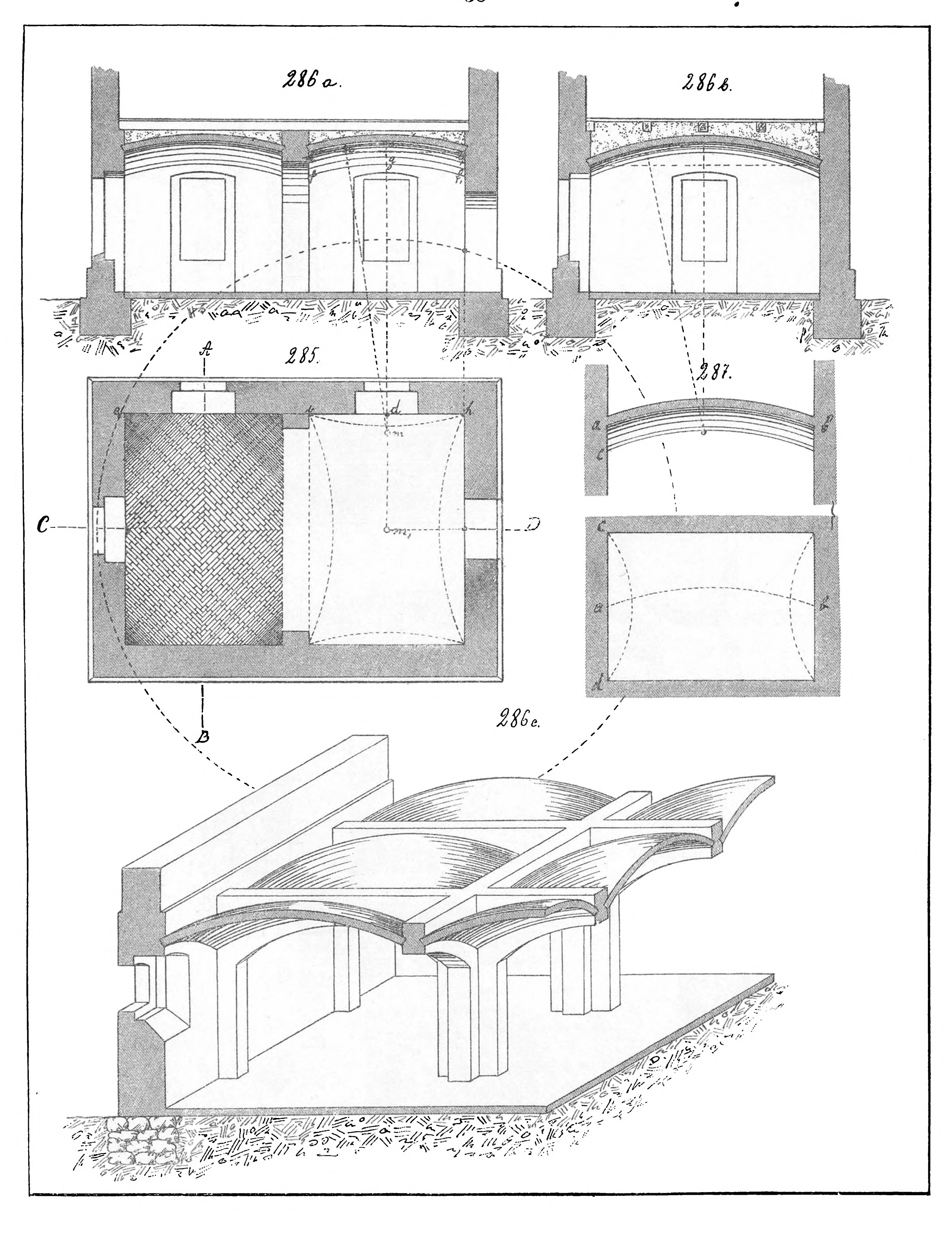

253.
254.
252.
256
255.
254a.

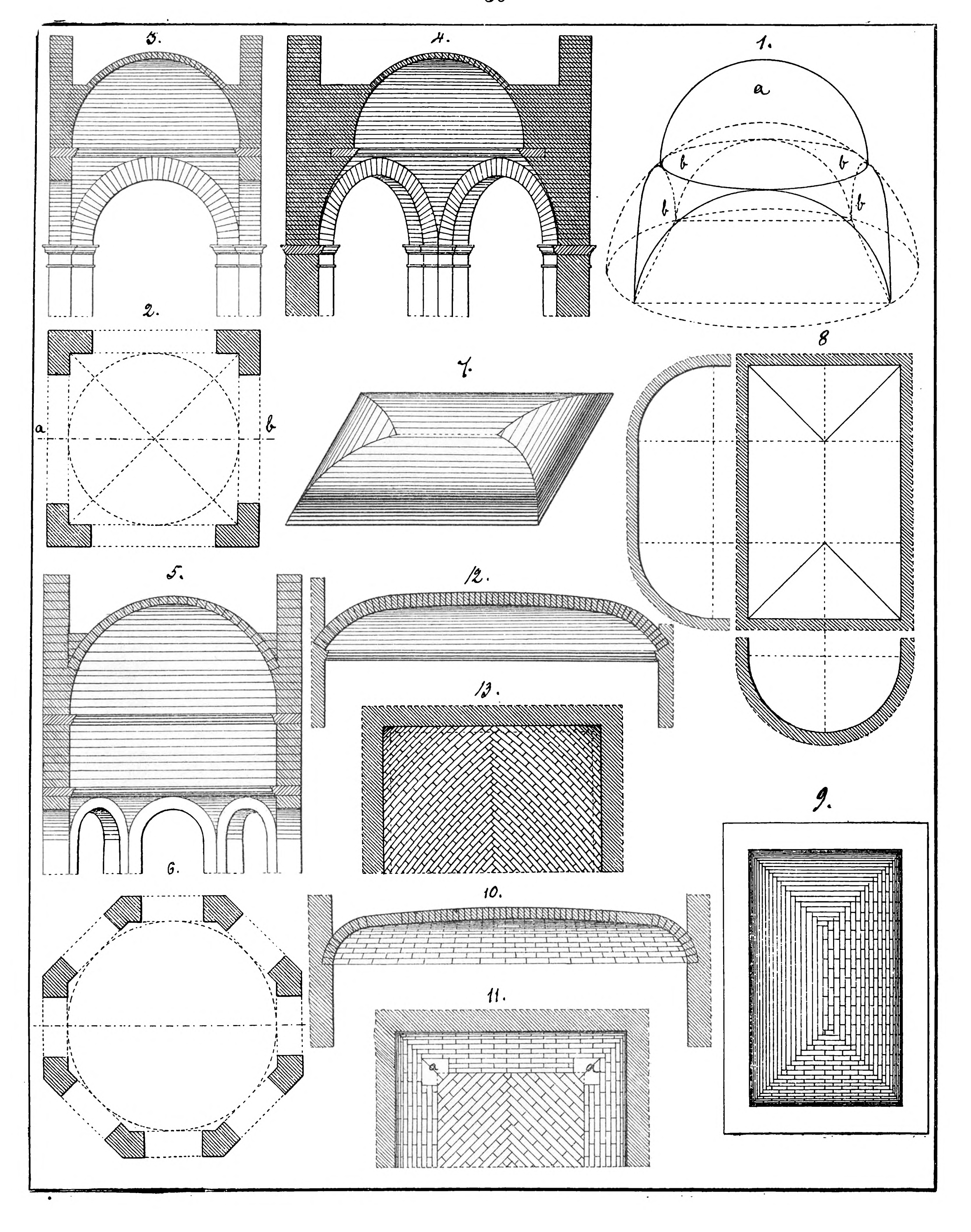

257.
258
259.
260.
261.
262.
263.
264.
265.
266.
267.
268.
269.
270.

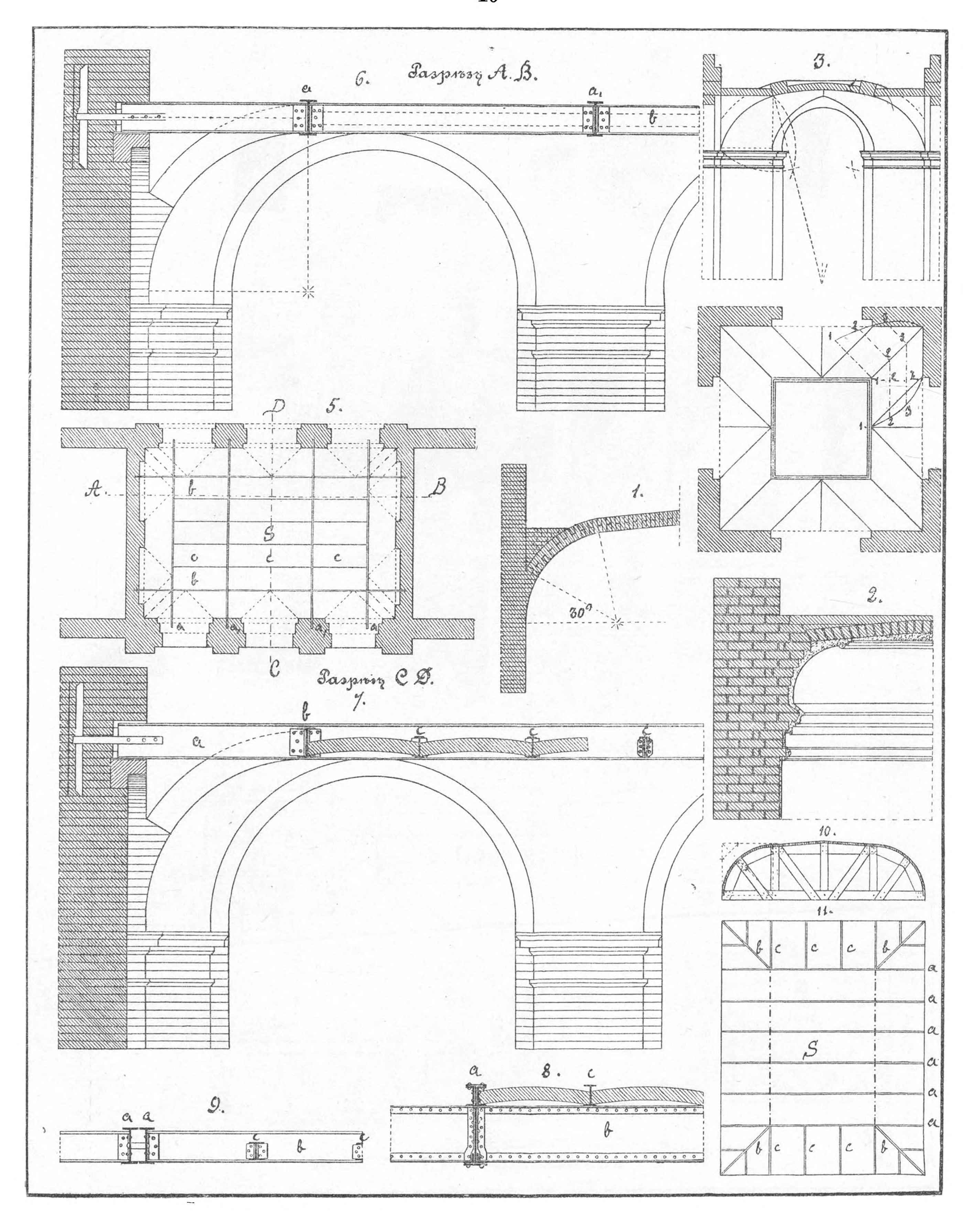

271.
273.
274.
272.
274a.


274 b.
275.
276.
277.
278.
279.
280.
281.
282.
283.
284.

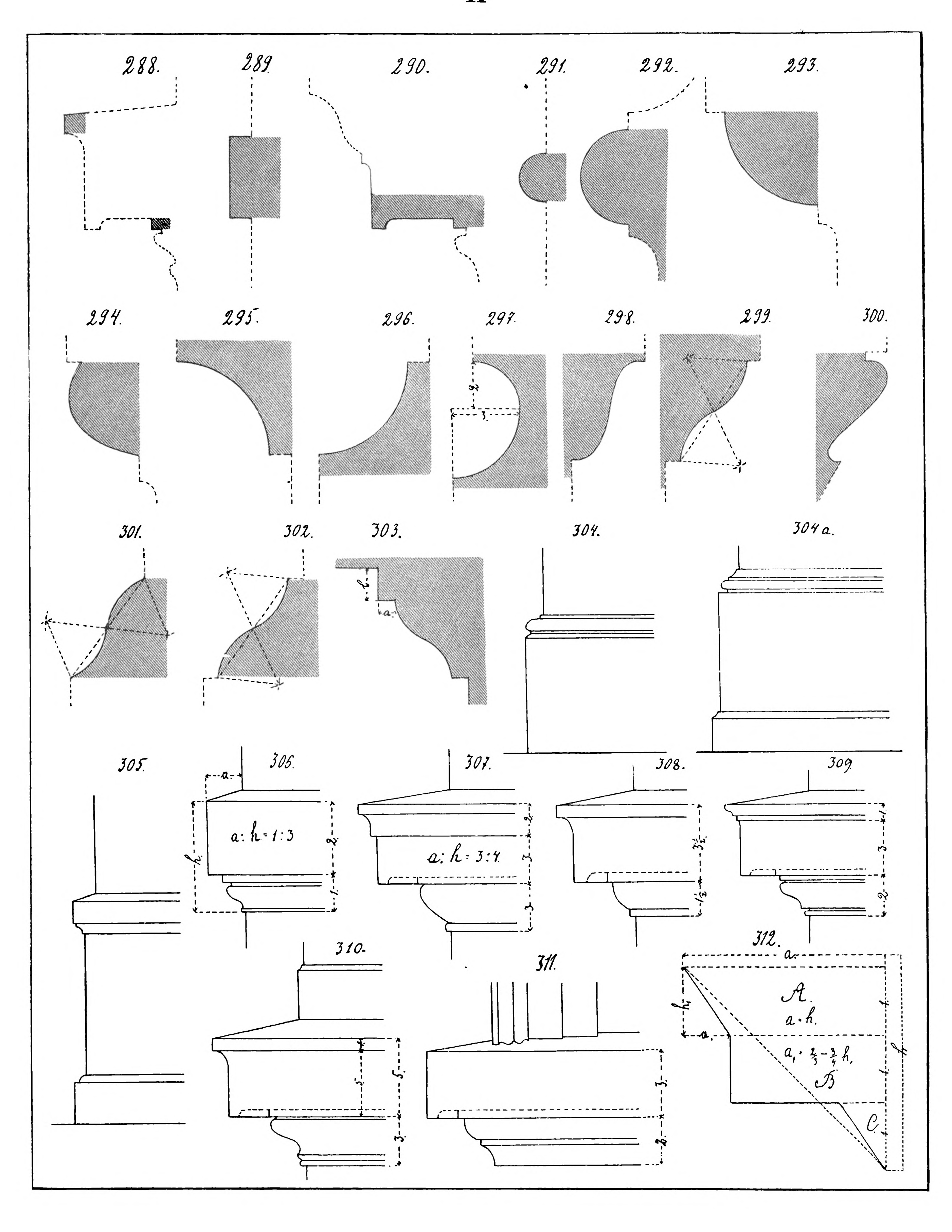


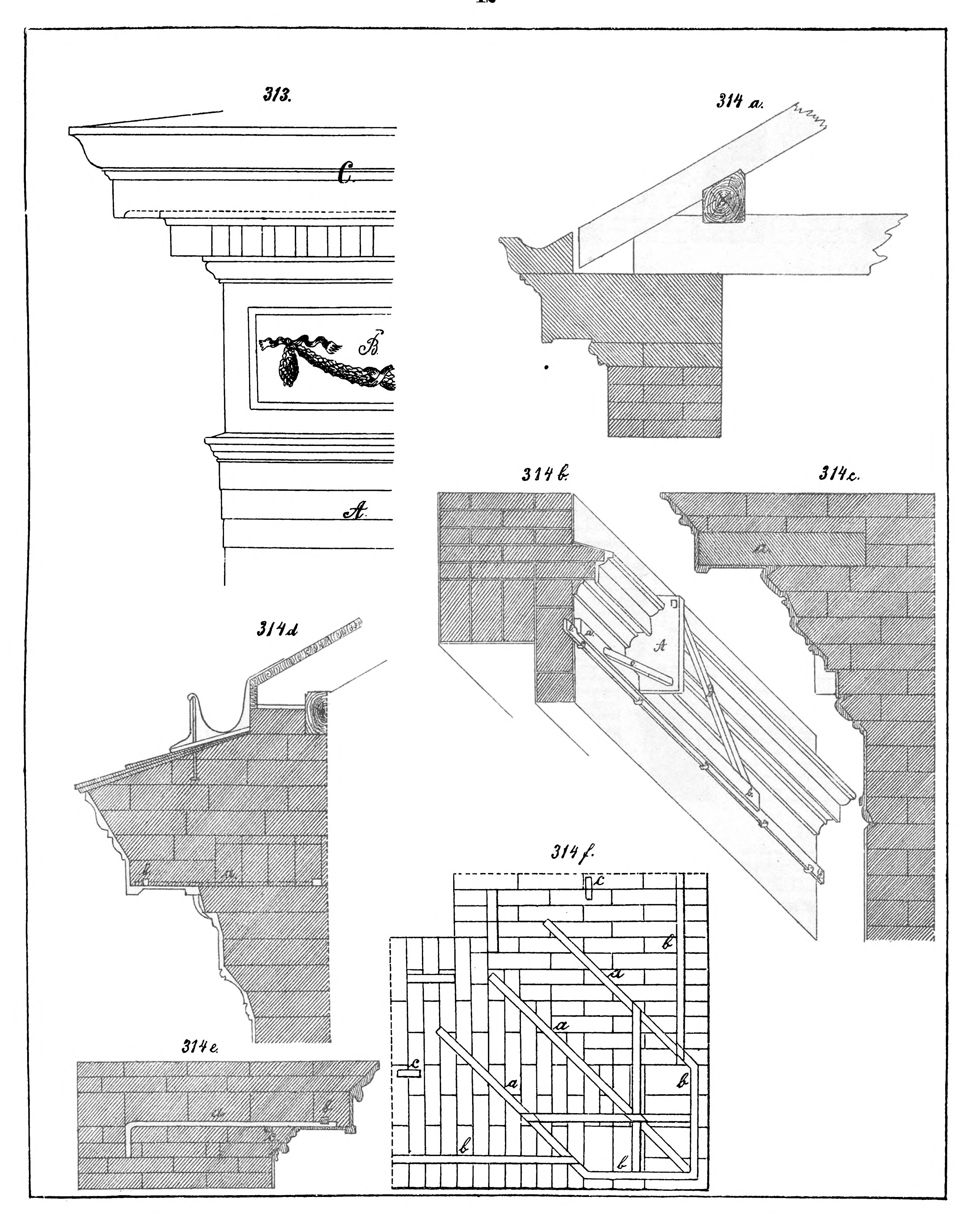

286 a.
286 b.
285.
287.
286 c.
A
B
C
D
a
b
c
d
m
m₁

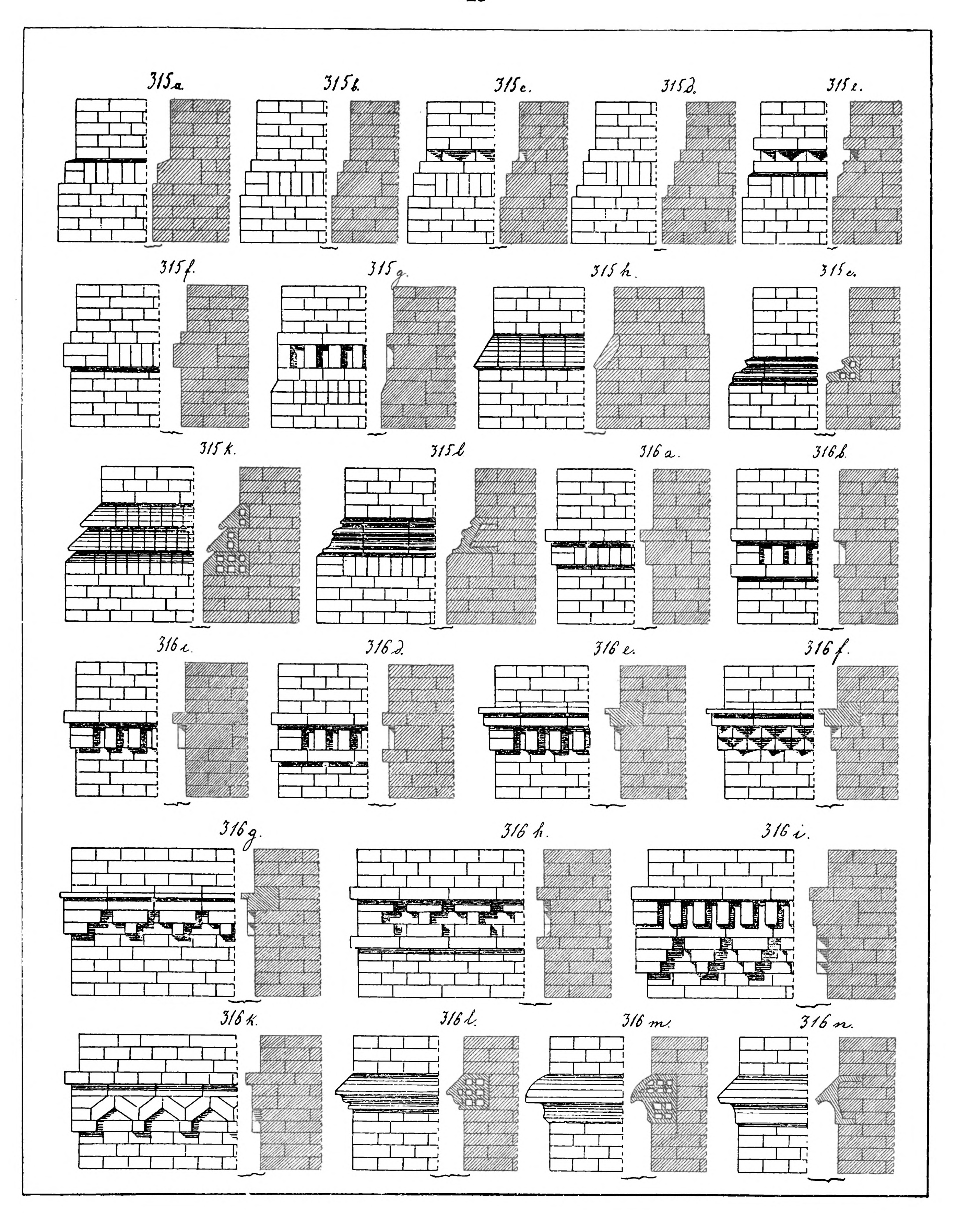

3.
4.
1.
a
b
b
b
b
2.
a
b
7.
8
5.
12.
13.
9.
6.
10.
11.
a
a

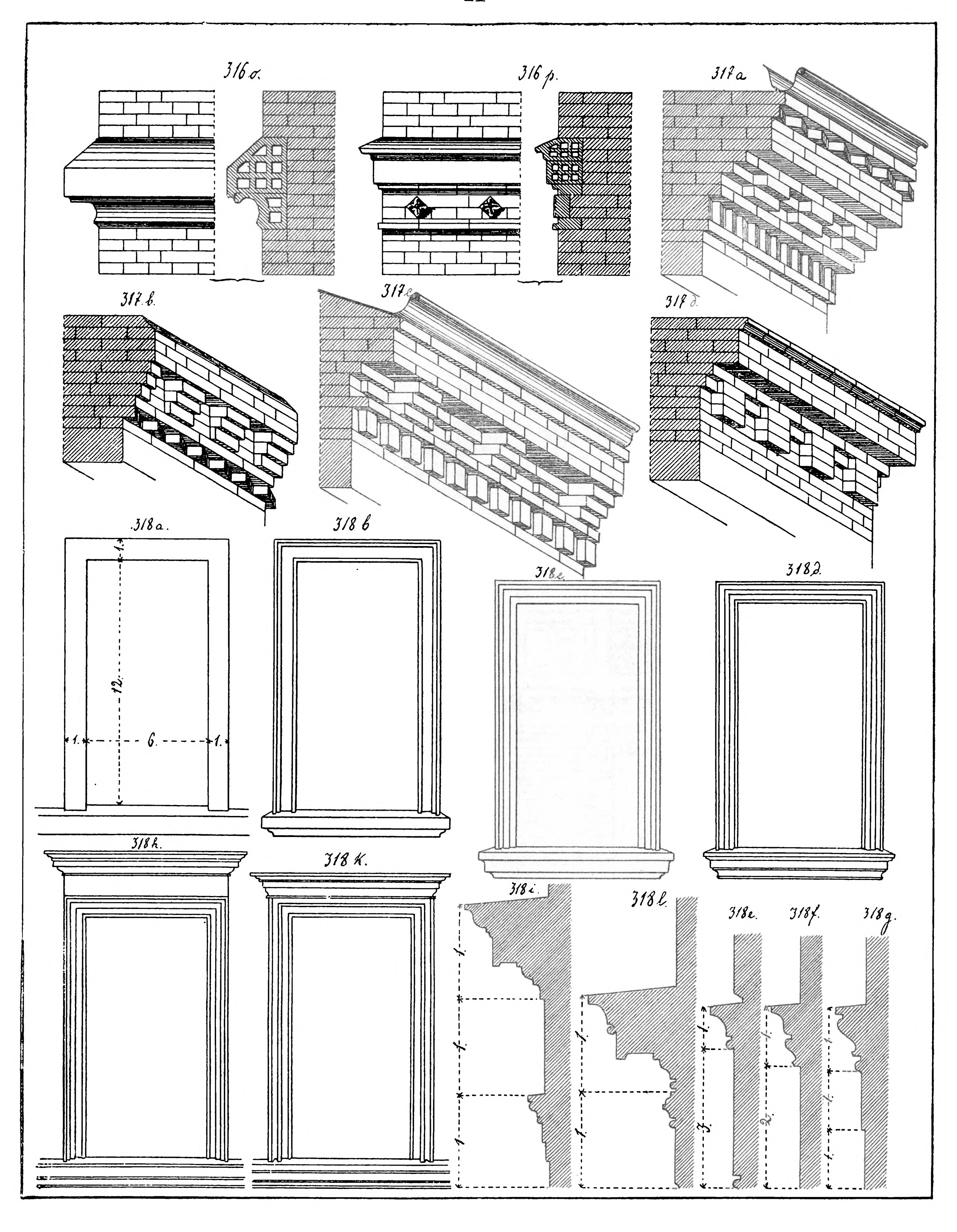


6. Разрѣзъ А. В.
5.
1.
2.
3.
7. Разрѣзъ С D.
8.
9.
10.
11.
30°

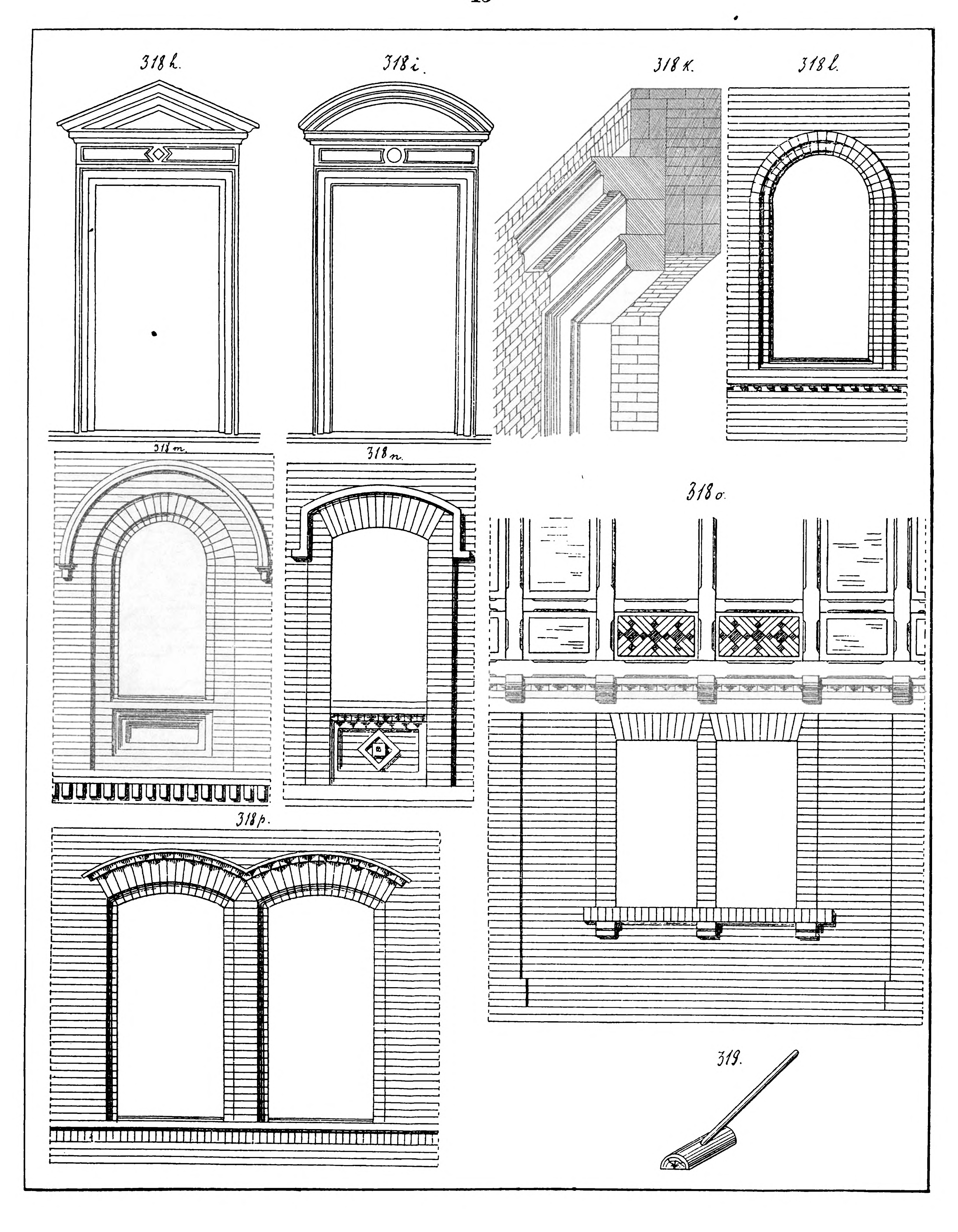

288.
289.
290.
291.
292.
293.
294.
295.
296.
297.
298.
299.
300.
301.
302.
303.
304.
304 a.
305.
306.
a : h = 1 : 3
307.
a : h = 3 : 4
308.
309.
310.
311.
312.
A.
a = h.
a₁ = 2/3 – 3/4 h.
B.
C.

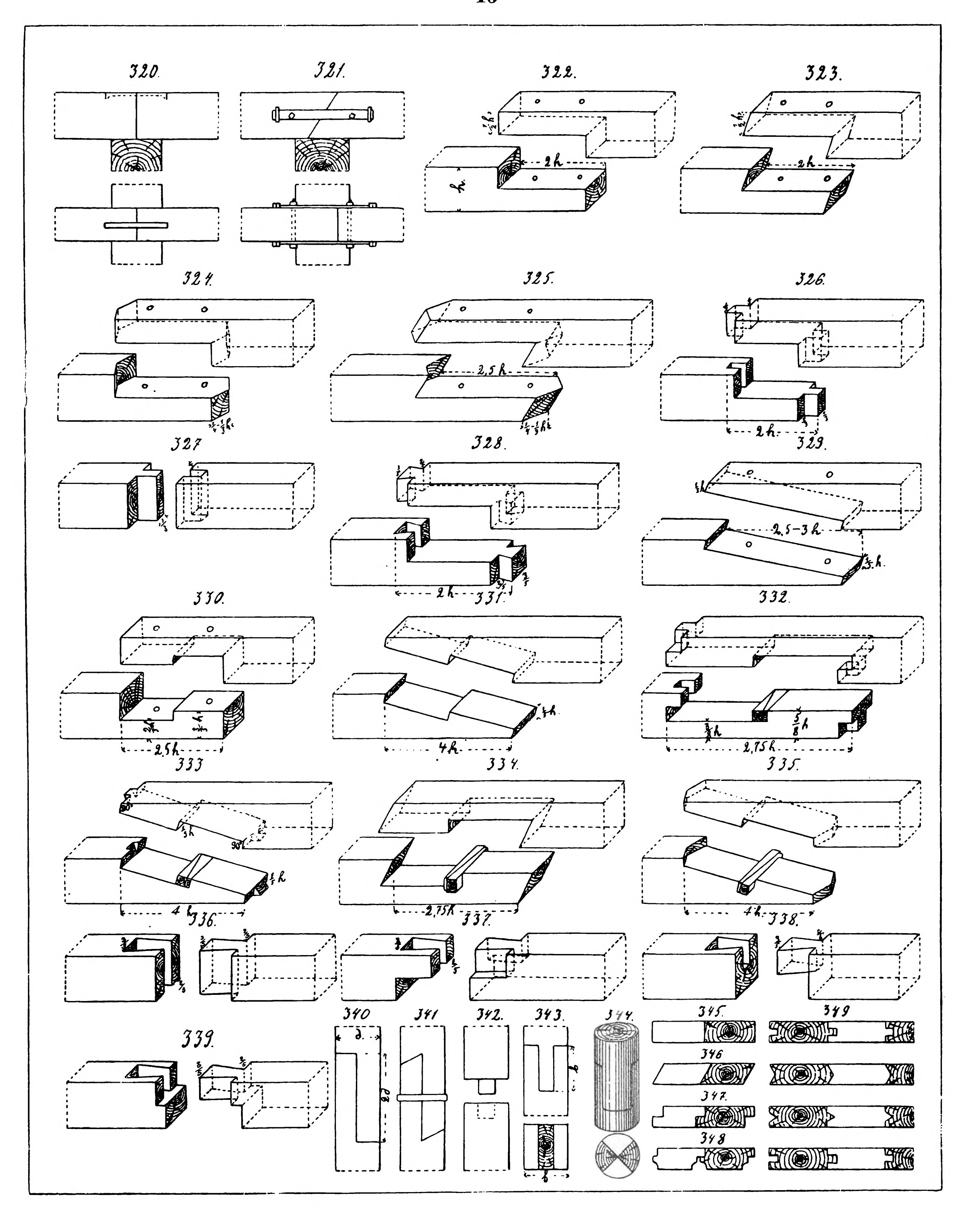

313.
C.
B.
A.
314 a.
314 b.
A
a.
314 c.
a.
314 d
b.
a.
314 e.
a.
b.
314 f.
c
b
a
a
a
c
b
b
b

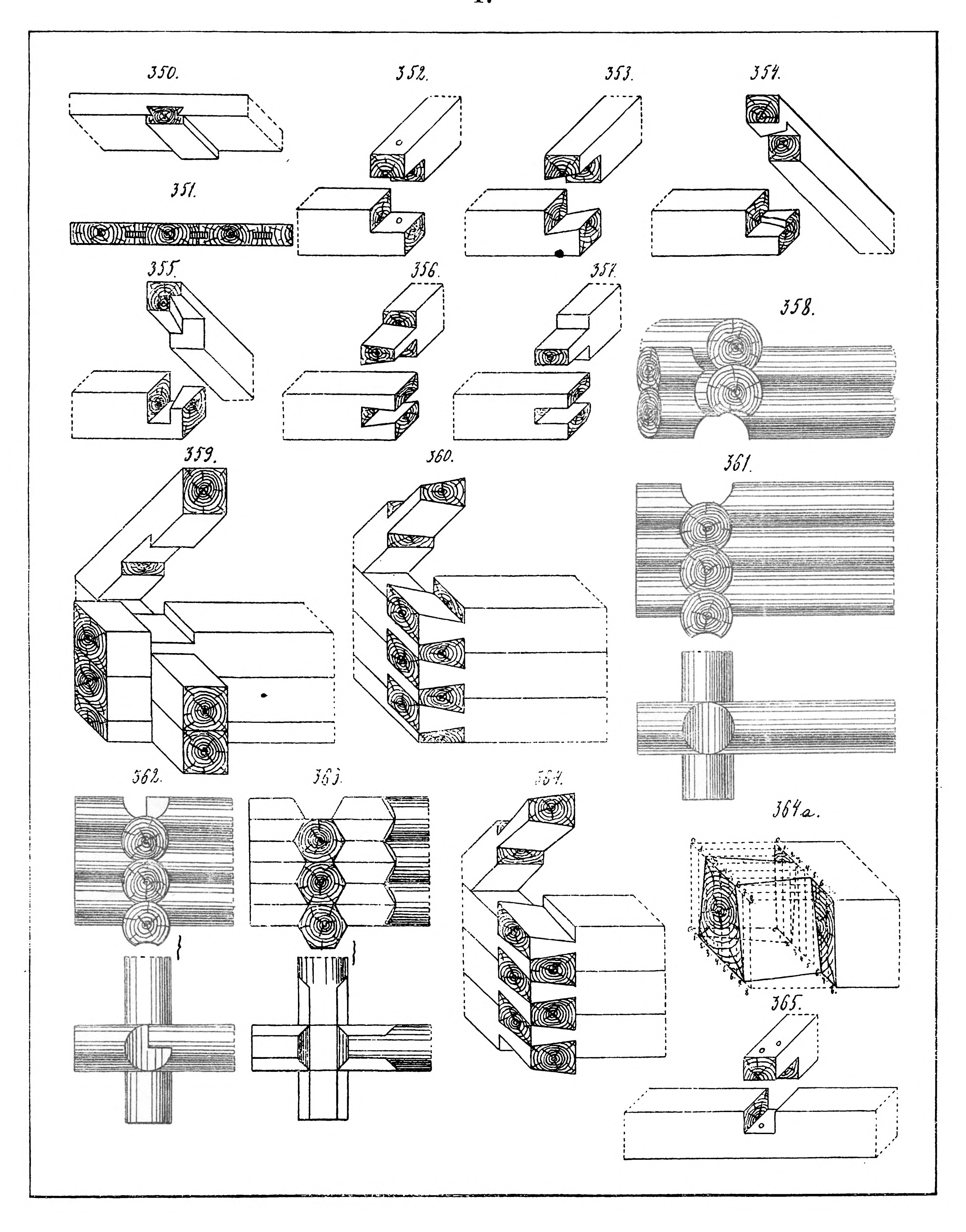

315a
315b
315c
315d
315e
315f
315g
315h
315i
315k
315l
316a
316b
316c
316d
316e
316f
316g
316h
316i
316k
316l
316m
316n

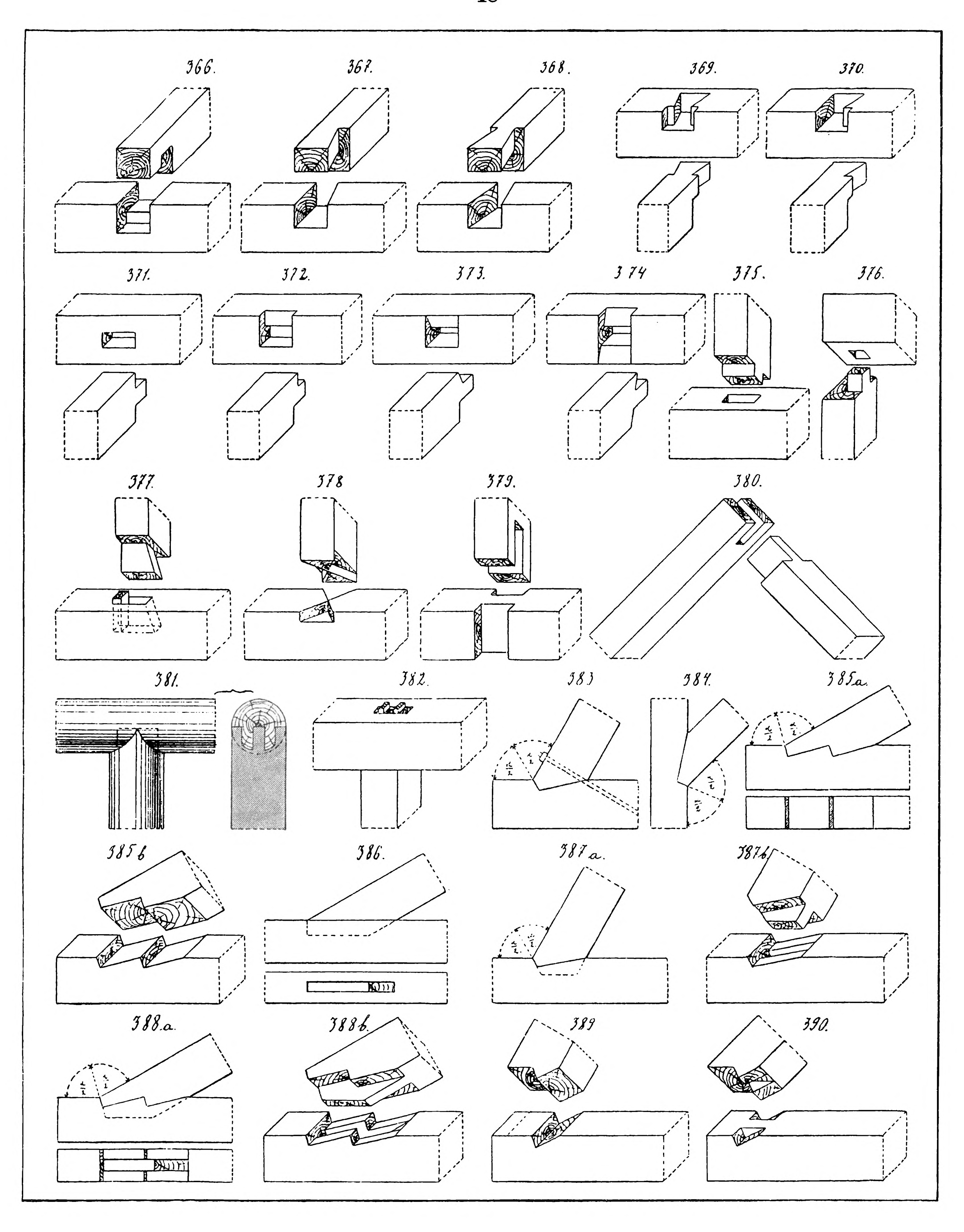


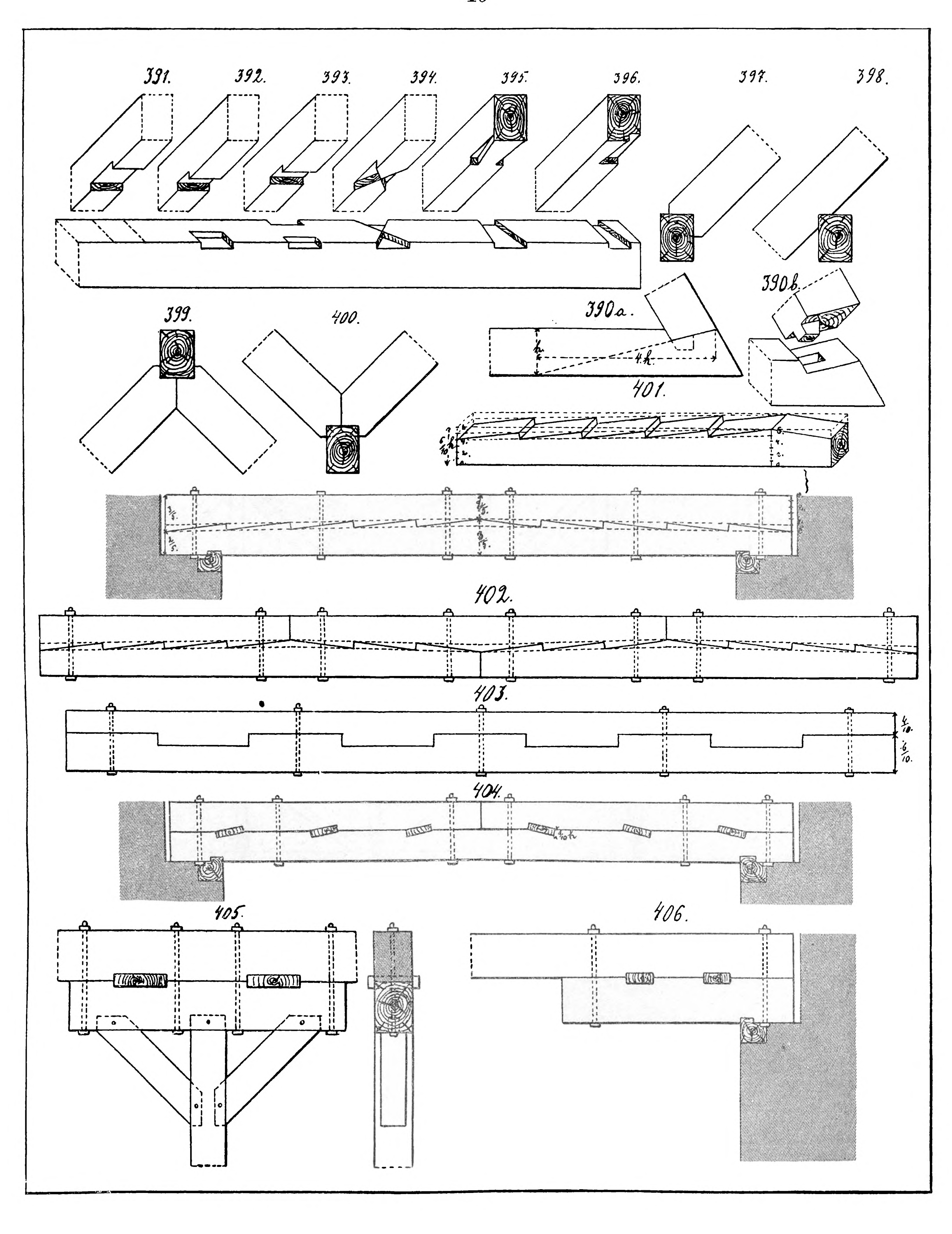
316 o.
316 p.
317 a
317. b.
317 c
317 d.
318 a.
318 b
318 c.
318 d.
318 h.
318 k.
318 i.
318 l.
318 e.
318 f.
318 g.
1.
12.
6.

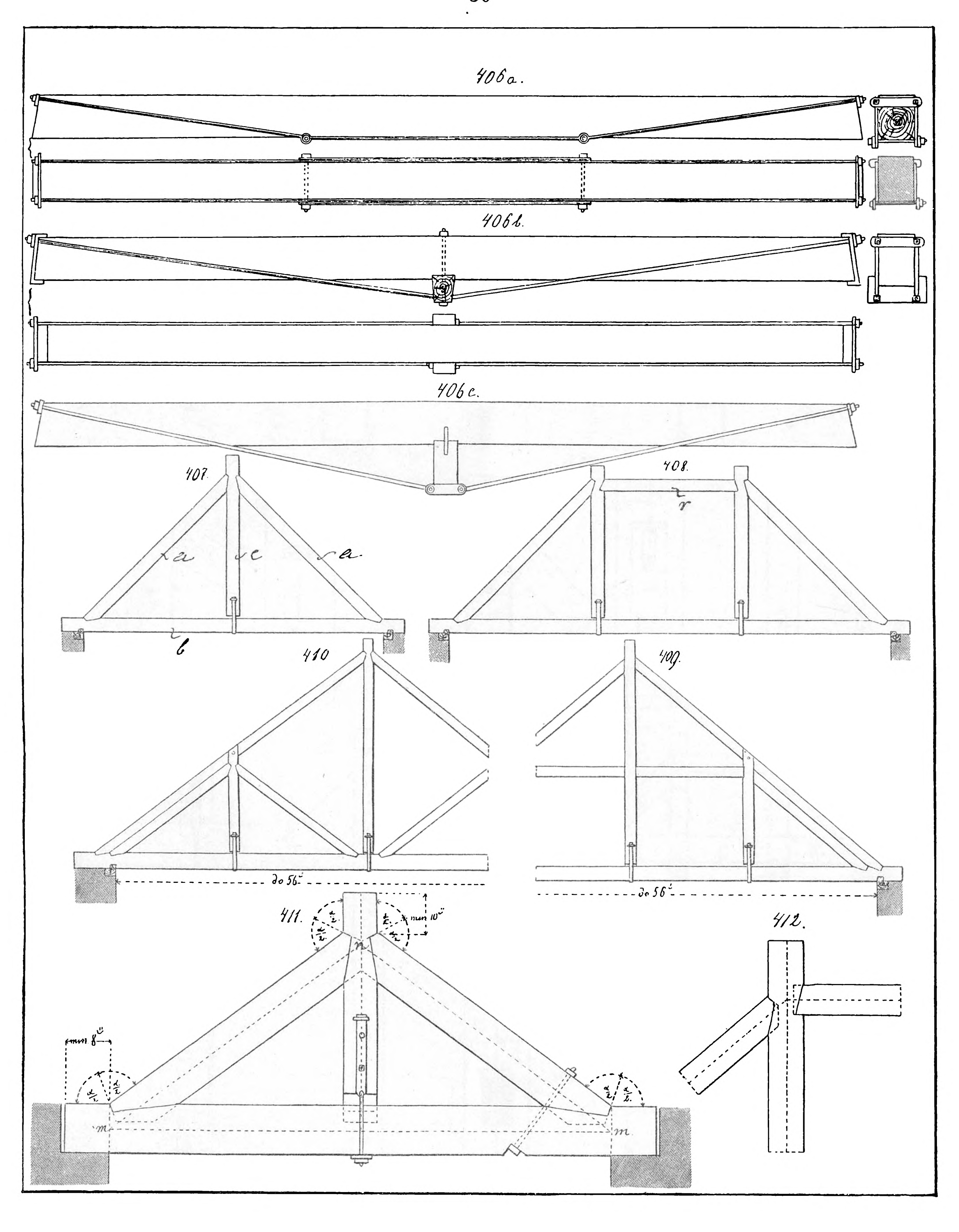

318 h.
318 i.
318 k.
318 l.
318 m.
318 n.
318 o.
318 p.
319.

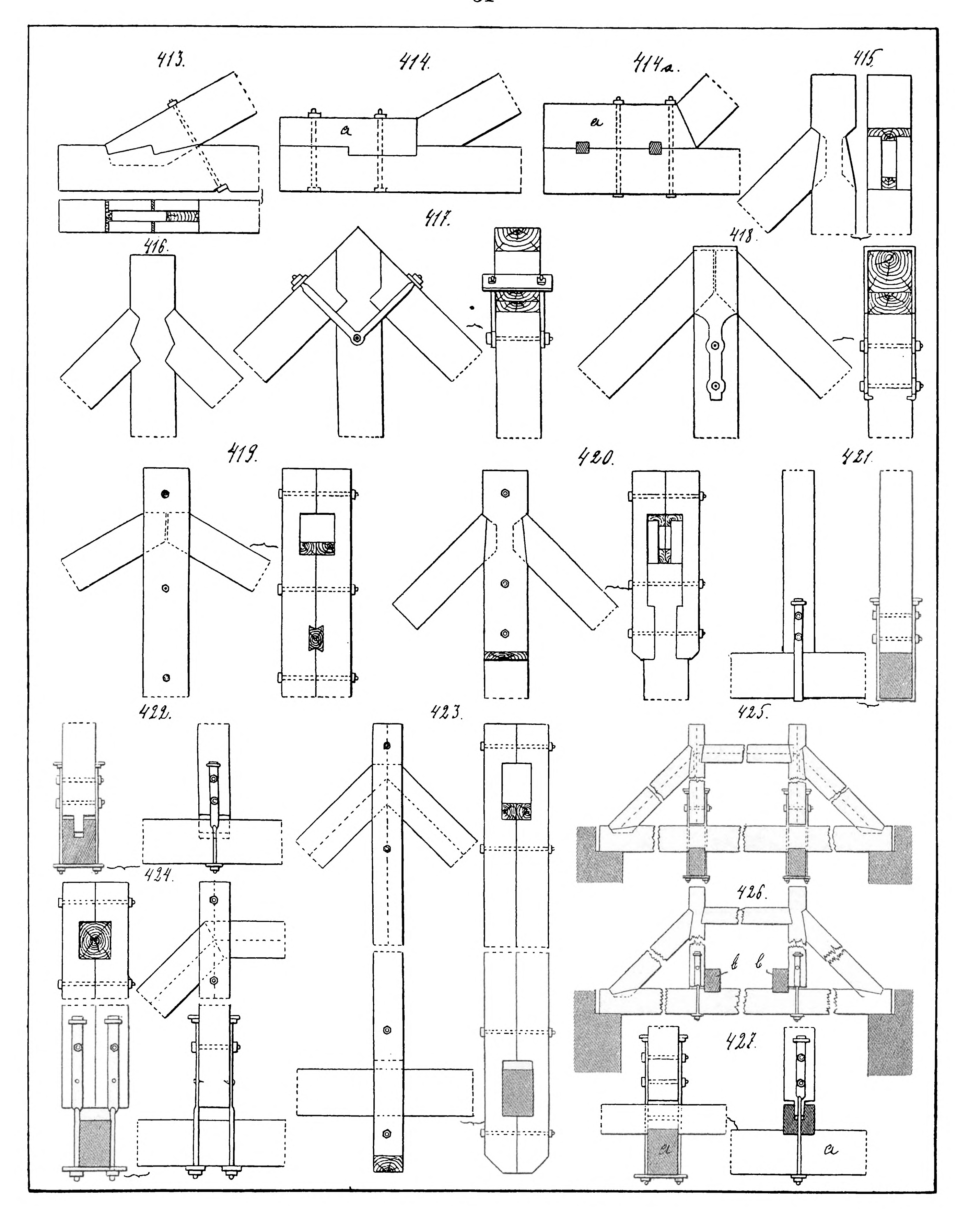

320.
321.
322.
323.
324.
325.
326.
327
328.
329.
330.
331.
332.
333
334.
335.
336.
337.
338.
339.
340
341
342.
343.
344.
345.
346
347.
348
349
2h
2,5 h
2,5-3 h
2,5h
4h
2,75h
4 h
2,75h
4h

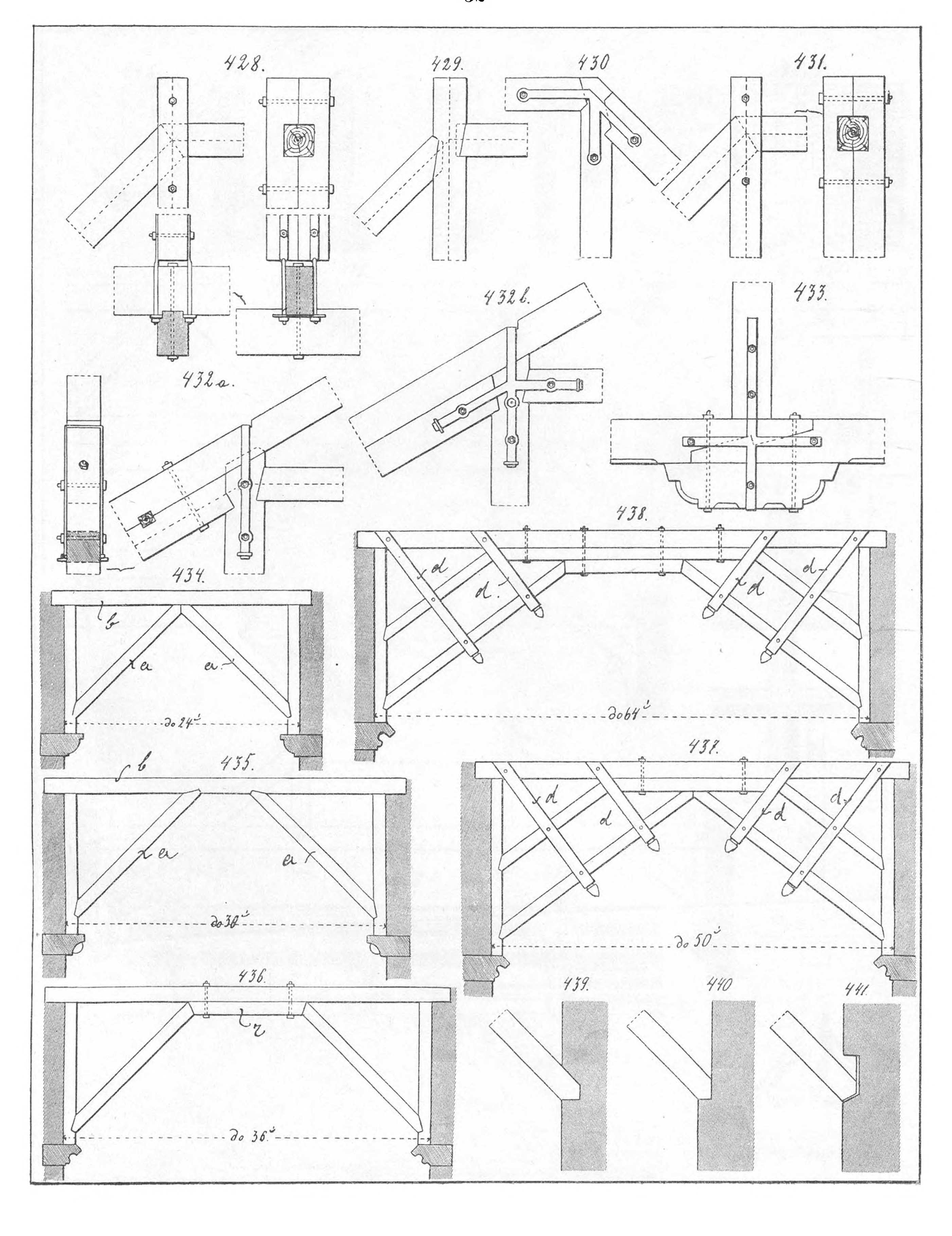

350.
351.
352.
353.
354.
355.
356.
357.
358.
359.
360.
361.
362.
363.
364.
364a.
365.


366.
367.
368.
369.
370.
371.
372.
373.
374
375.
376.
377.
378
379.
380.
381.
382.
383
384.
385a.
385b
386.
387a.
387b.
388.a.
388b.
389
390.

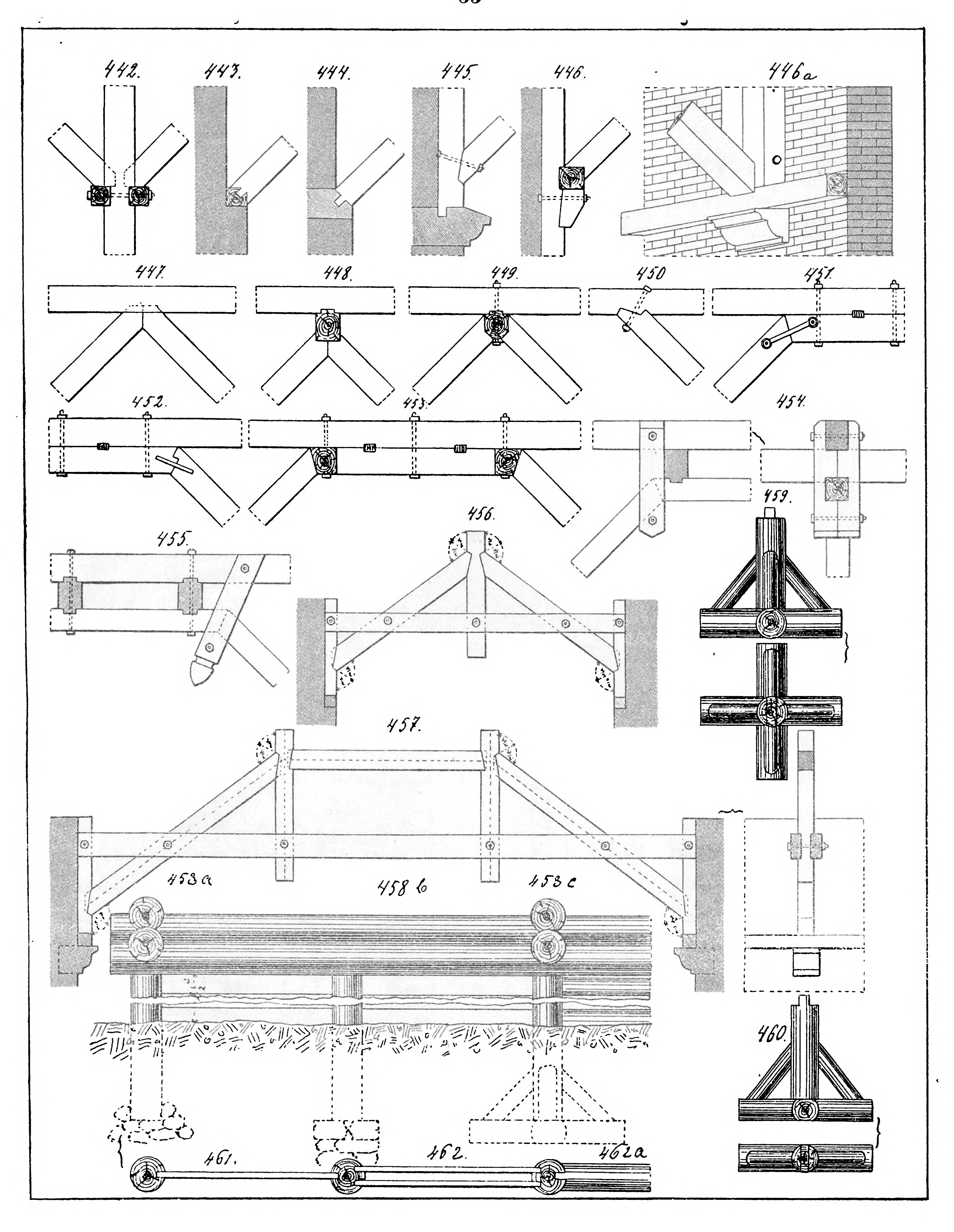

391.
392.
393.
394.
395.
396.
397.
398.
399.
400.
390a.
390b.
401.
402.
403.
404.
405.
406.


406a.
406b.
406c.
407.
a
c
a
b
408.
r
410
409.
до 56"
до 56"
411.
min 10"
min 8"
n
m
m
412.

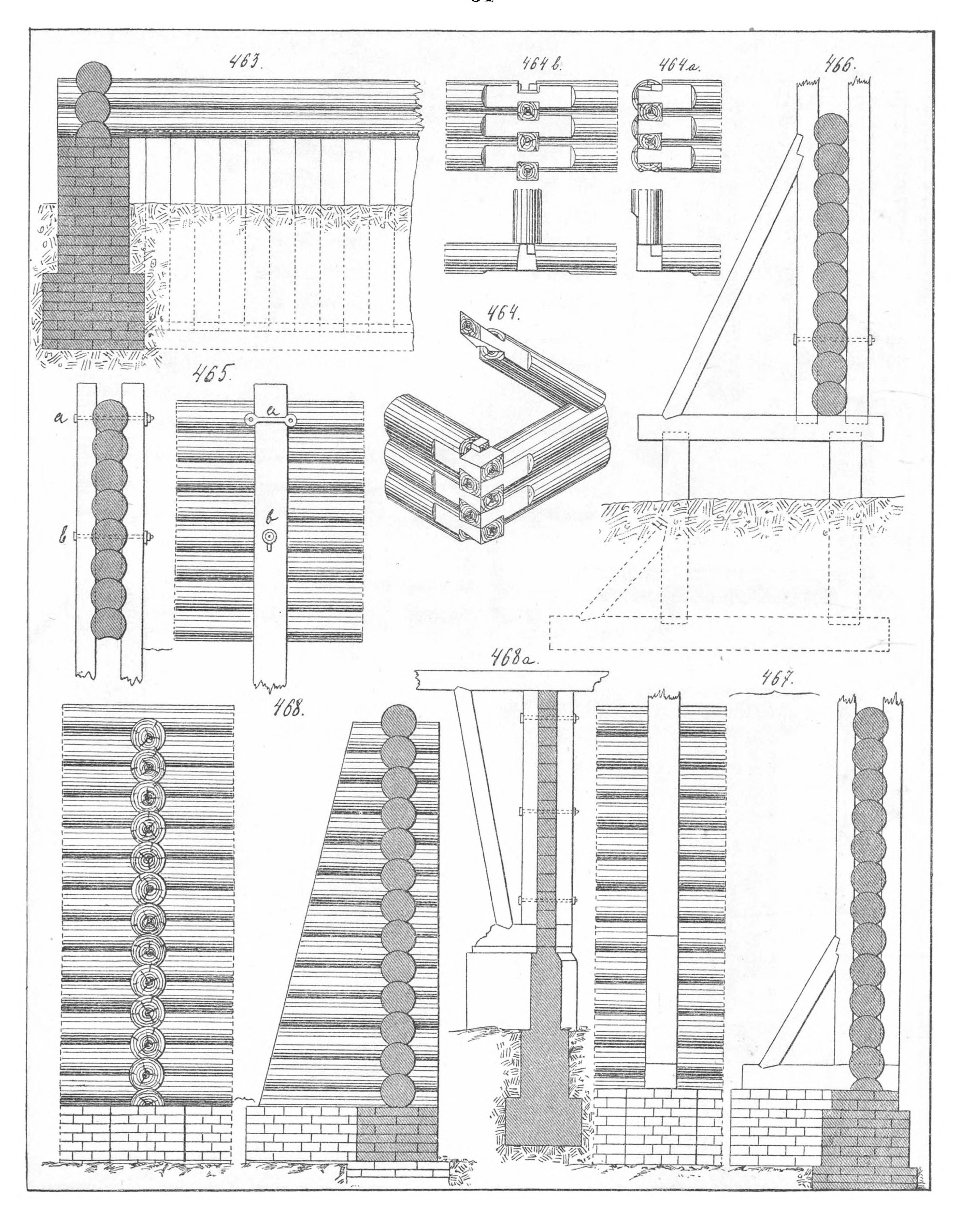

413.
414.
414a.
415.
416.
417.
418.
419.
420.
421.
422.
423.
424.
425.
426.
427.
a
b

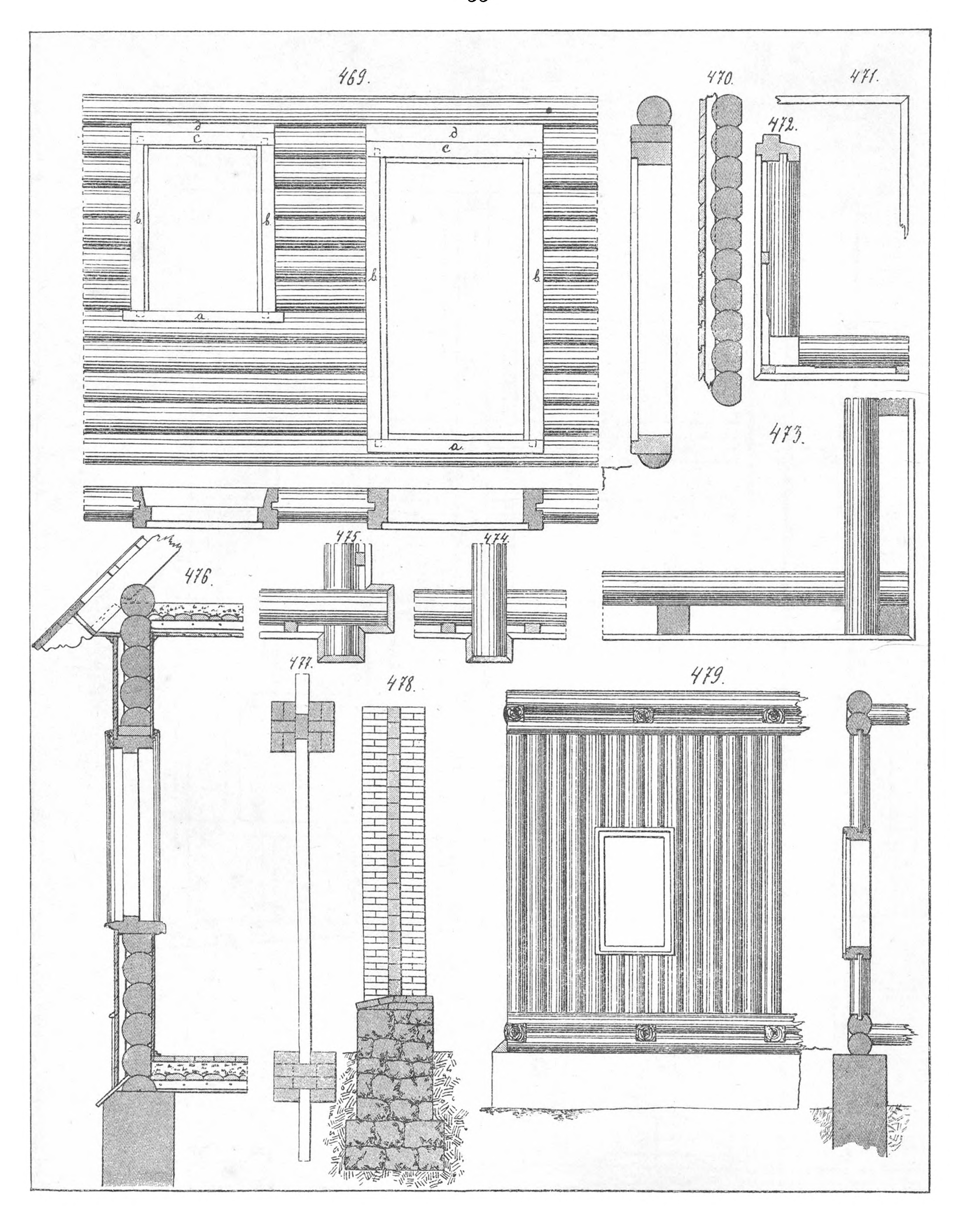


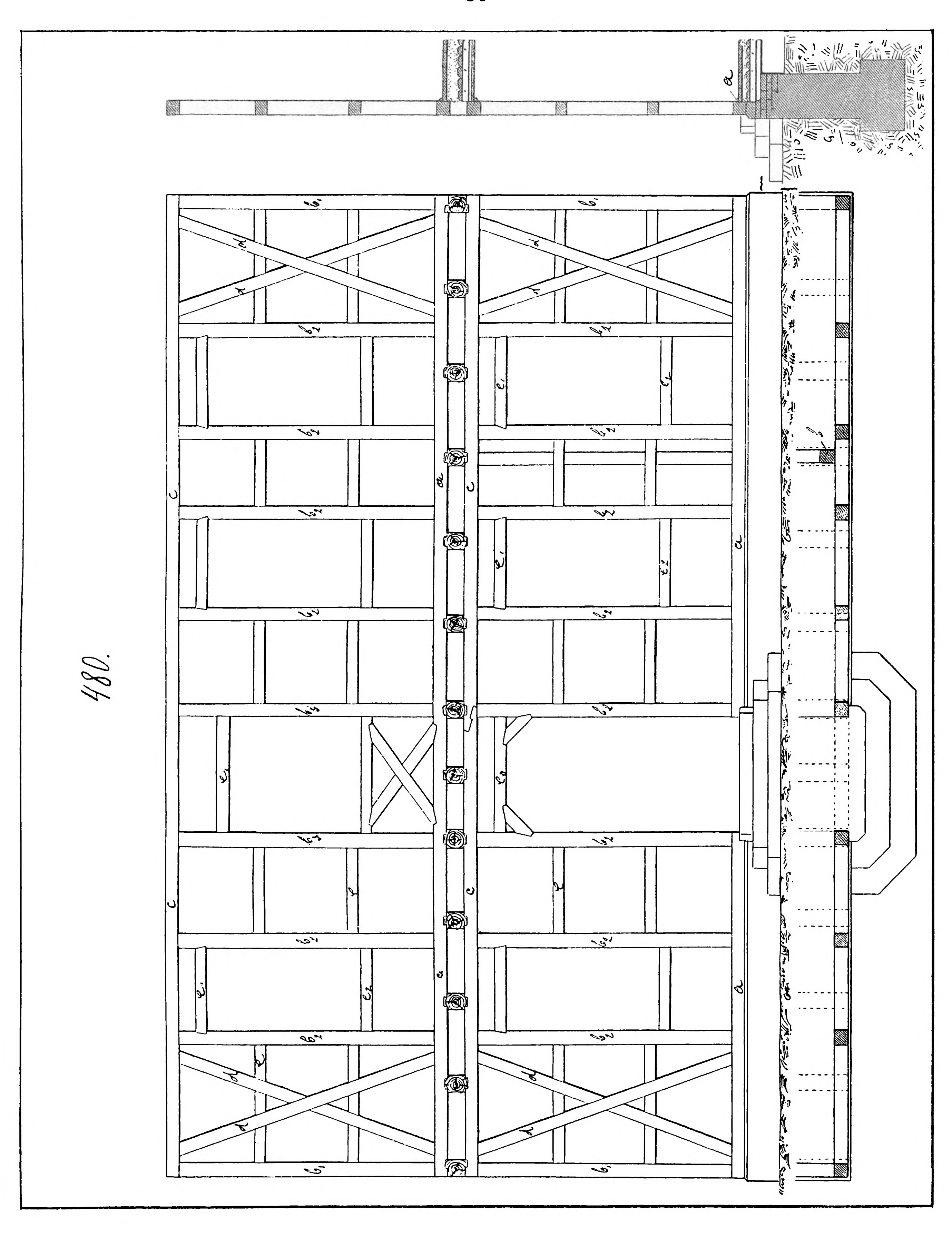
428.
429.
430
431.
432 a.
432 b.
433.
434.
435.
436.
437.
438.
439.
440
441.
до 24"
до 30"
до 36"
до 50"
до 64"

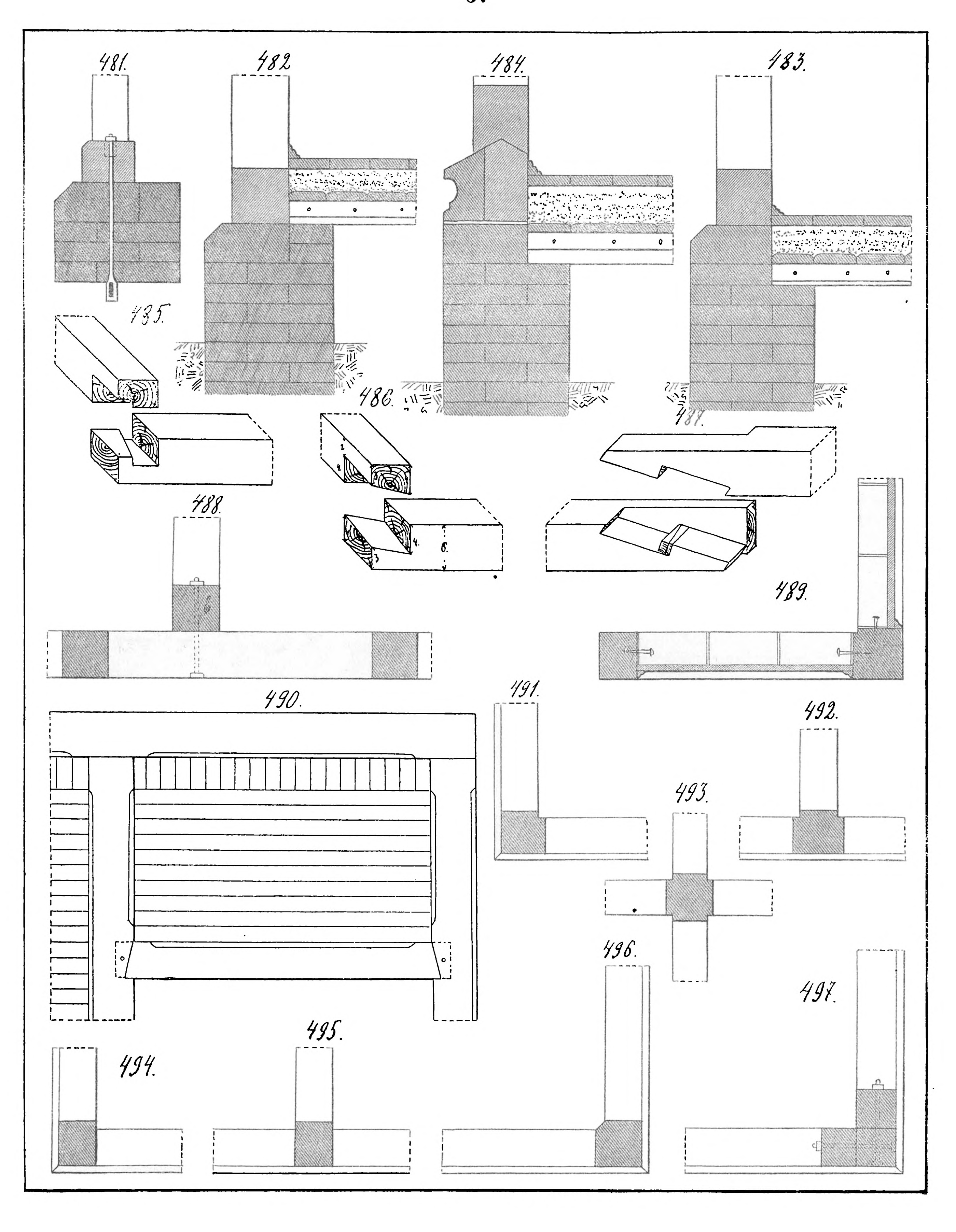


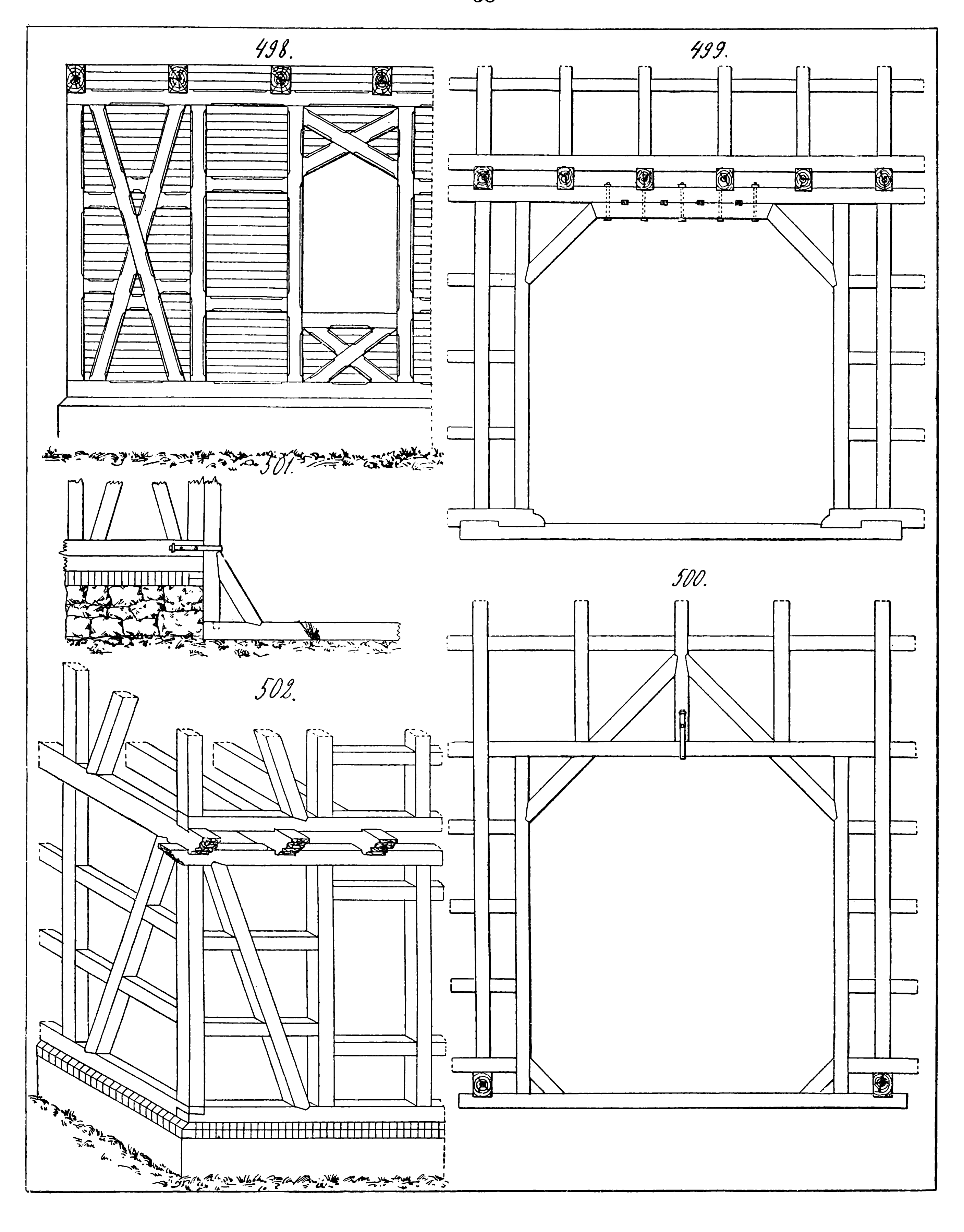
442.
443.
444.
445.
446.
446a
447.
448.
449.
450
451.
452.
453.
454.
455.
456.
457.
453a
458b
453c
459.
460.
461.
462.
462a


463.
464 в.
464 а.
466.
464.
465.
а
в
а
в
468 а.
467.
468.

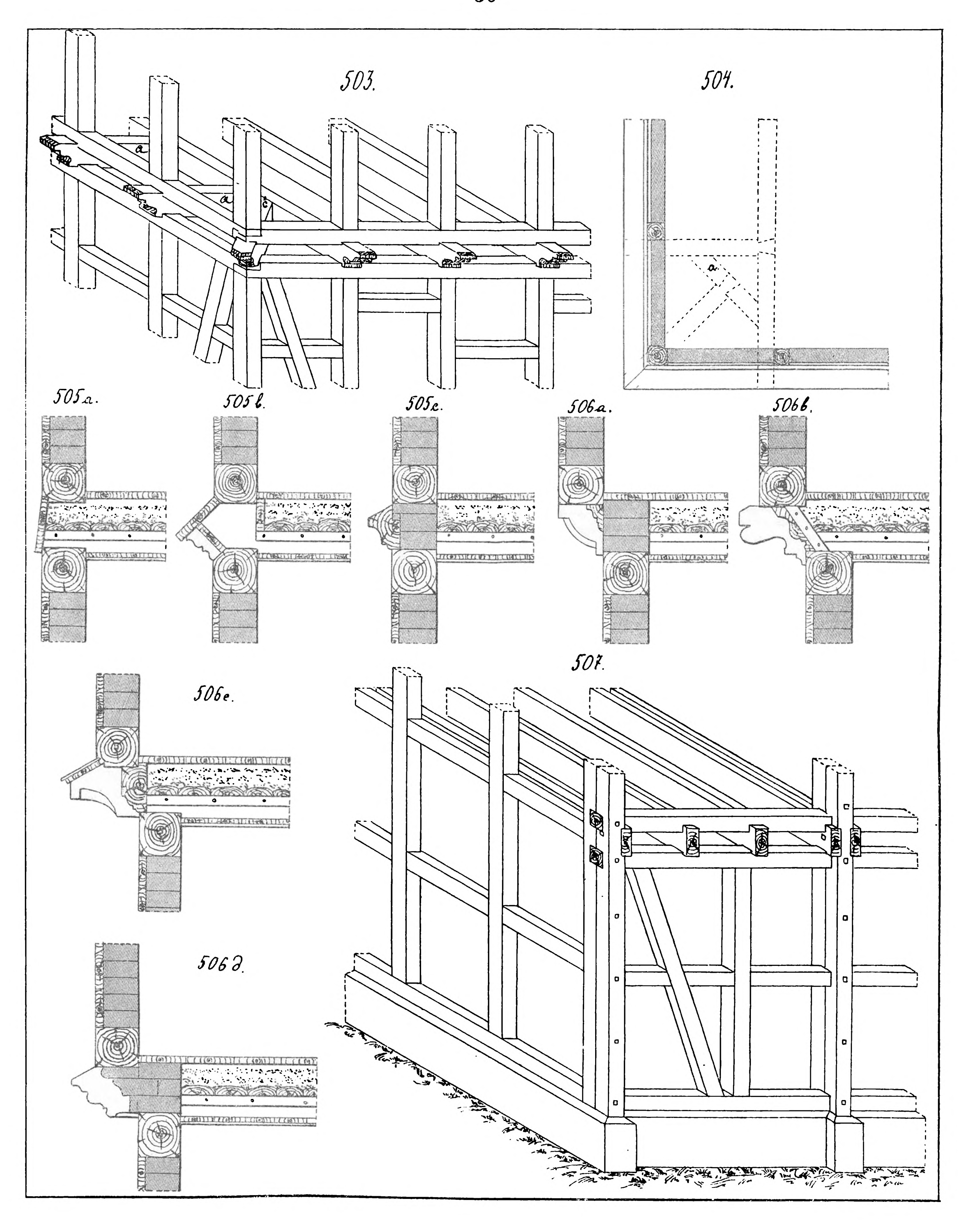

469.
д
с
в
в
а
д
с
в
в
а
470.
471.
472.
473.
475.
474.
476.
477.
478.
479.

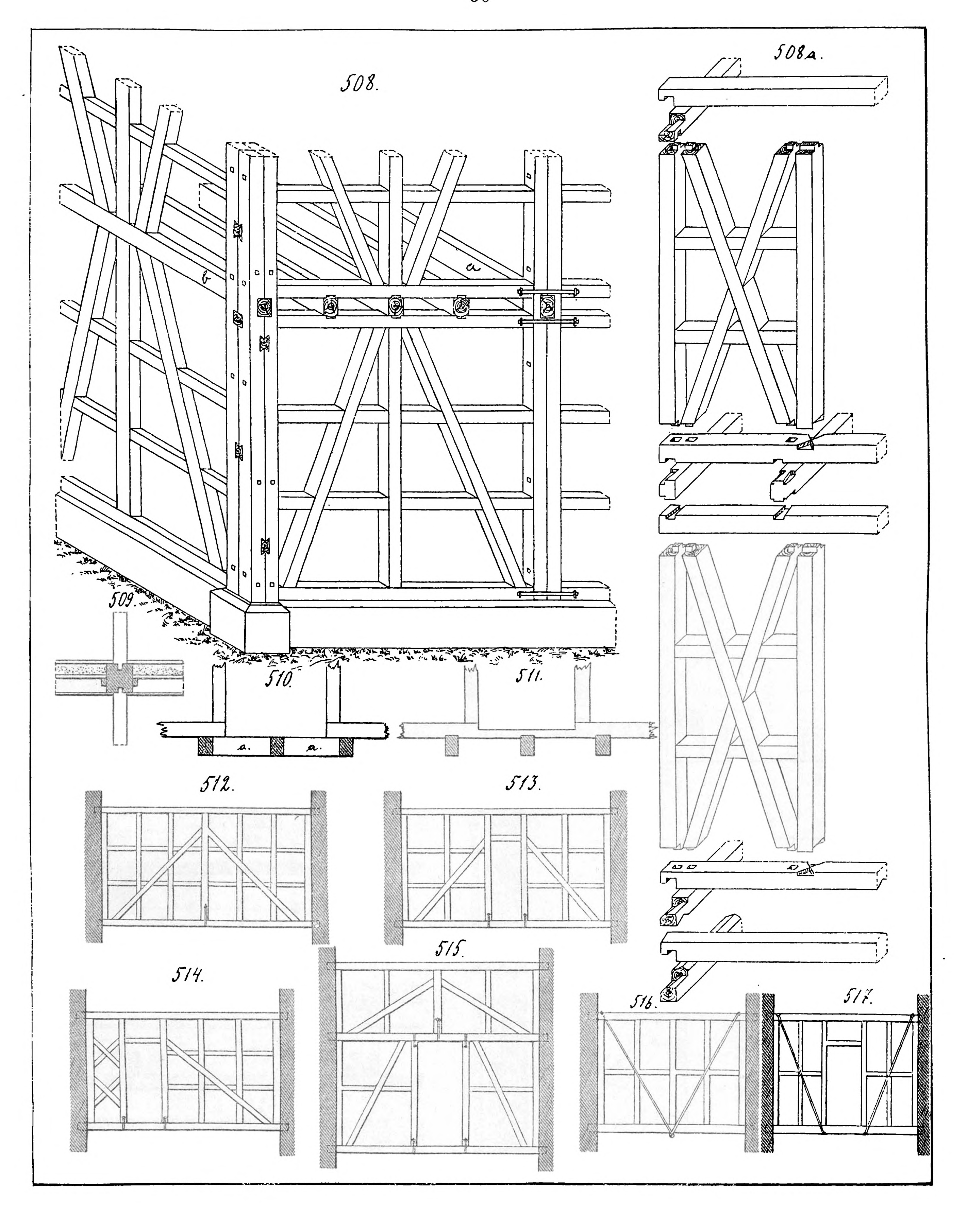

480.

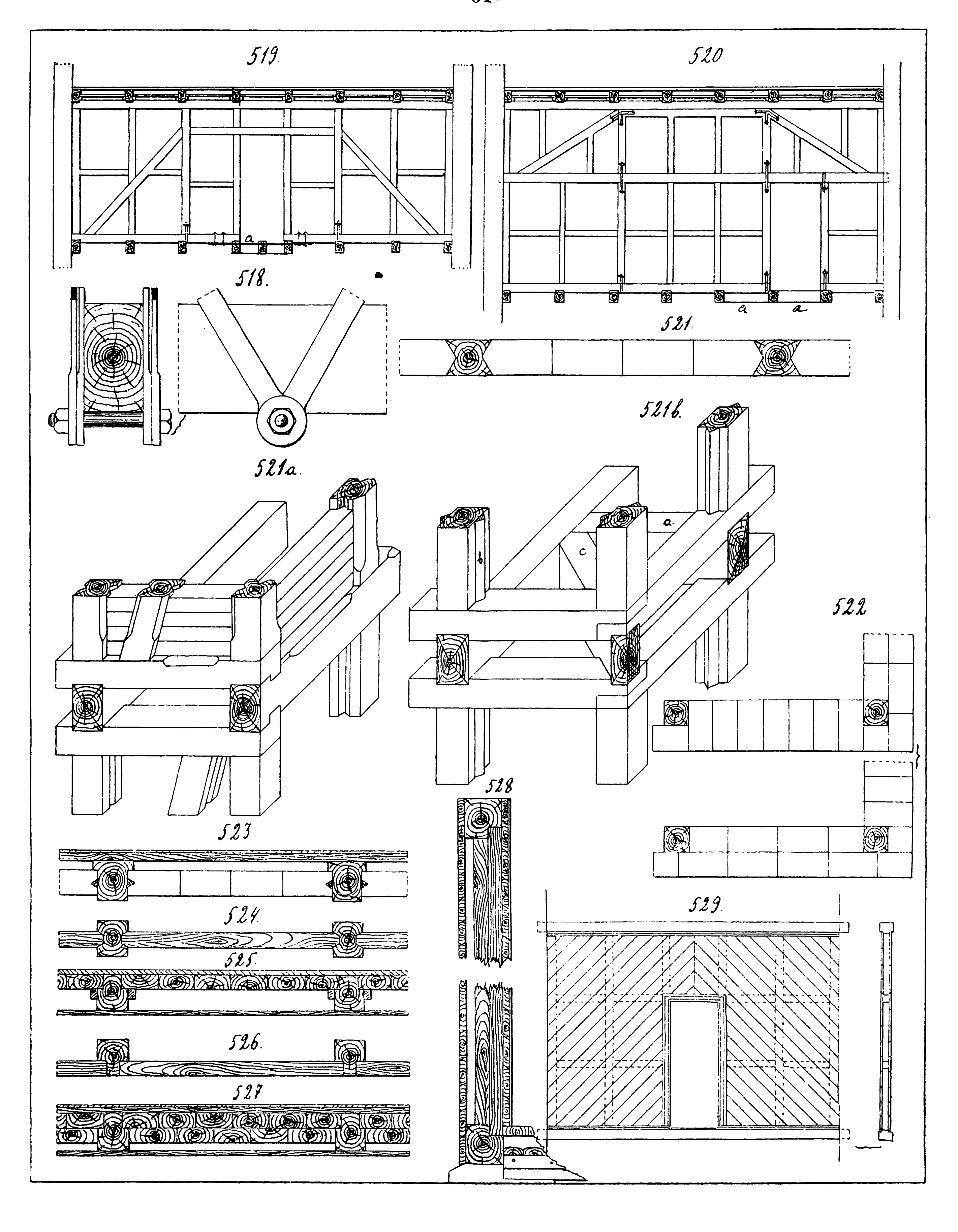

481.
482
484.
483.
485.
486.
487.
488.
489.
490.
491.
492.
493.
494.
495.
496.
497.

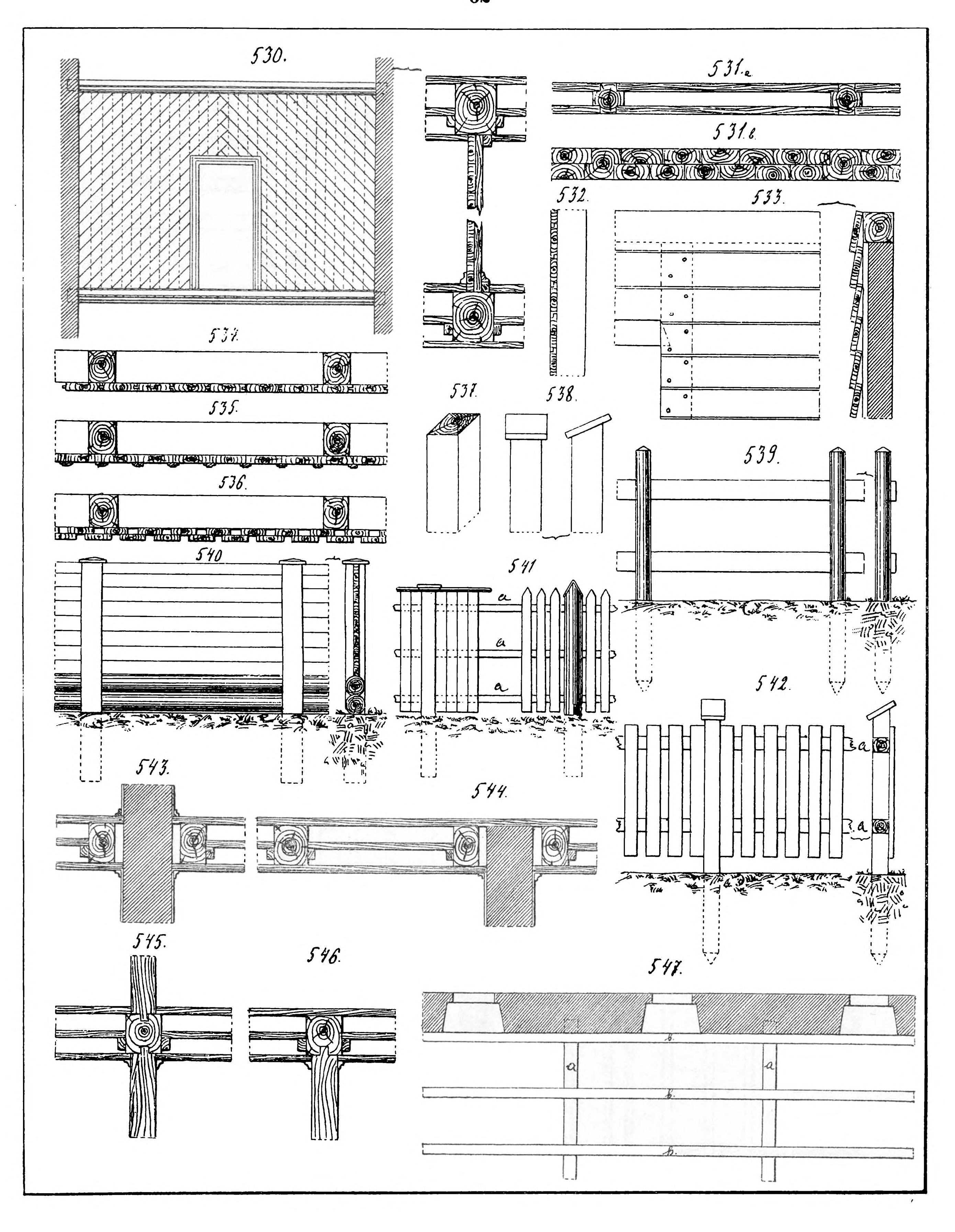


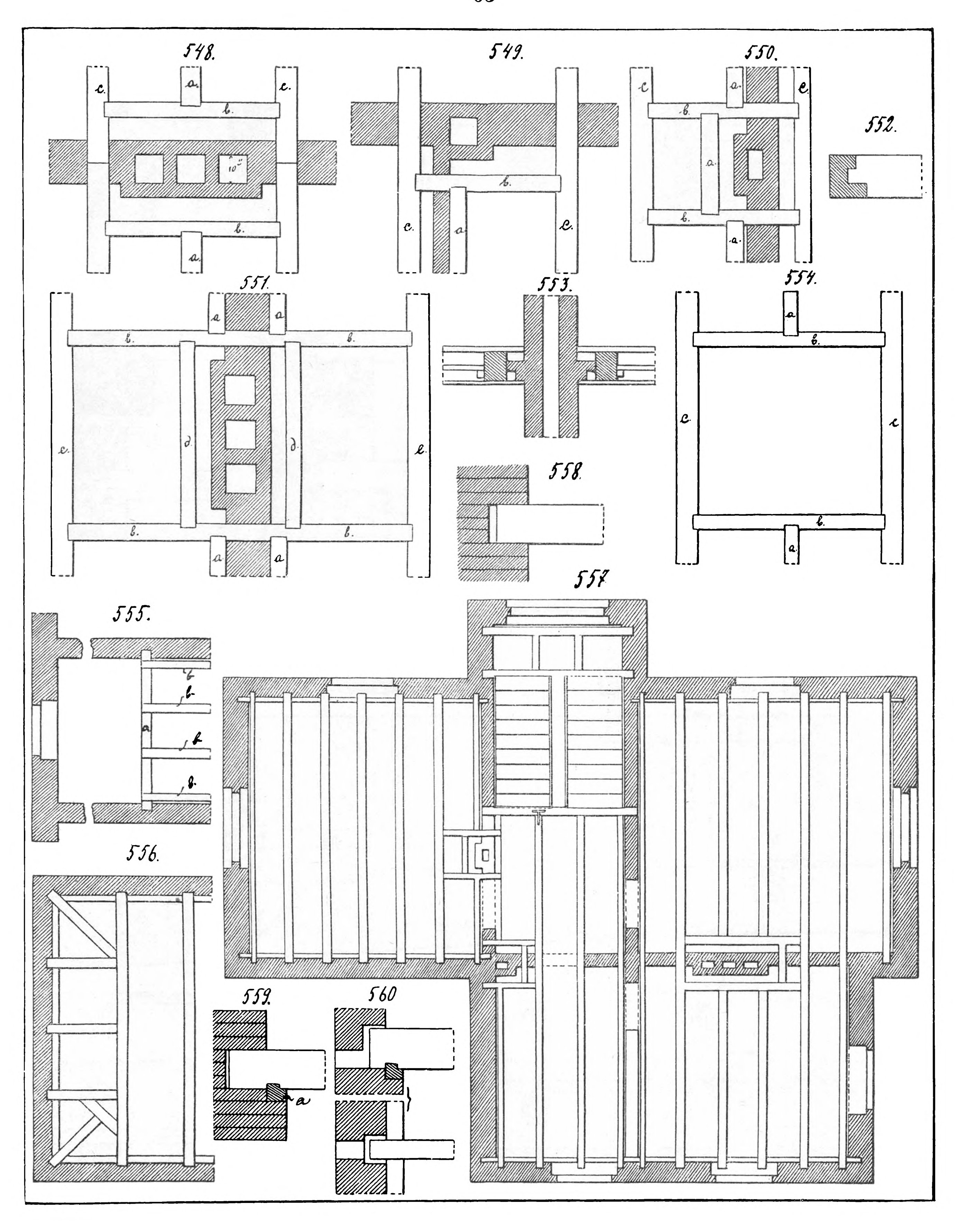
498.
499.
500.
501.
502.

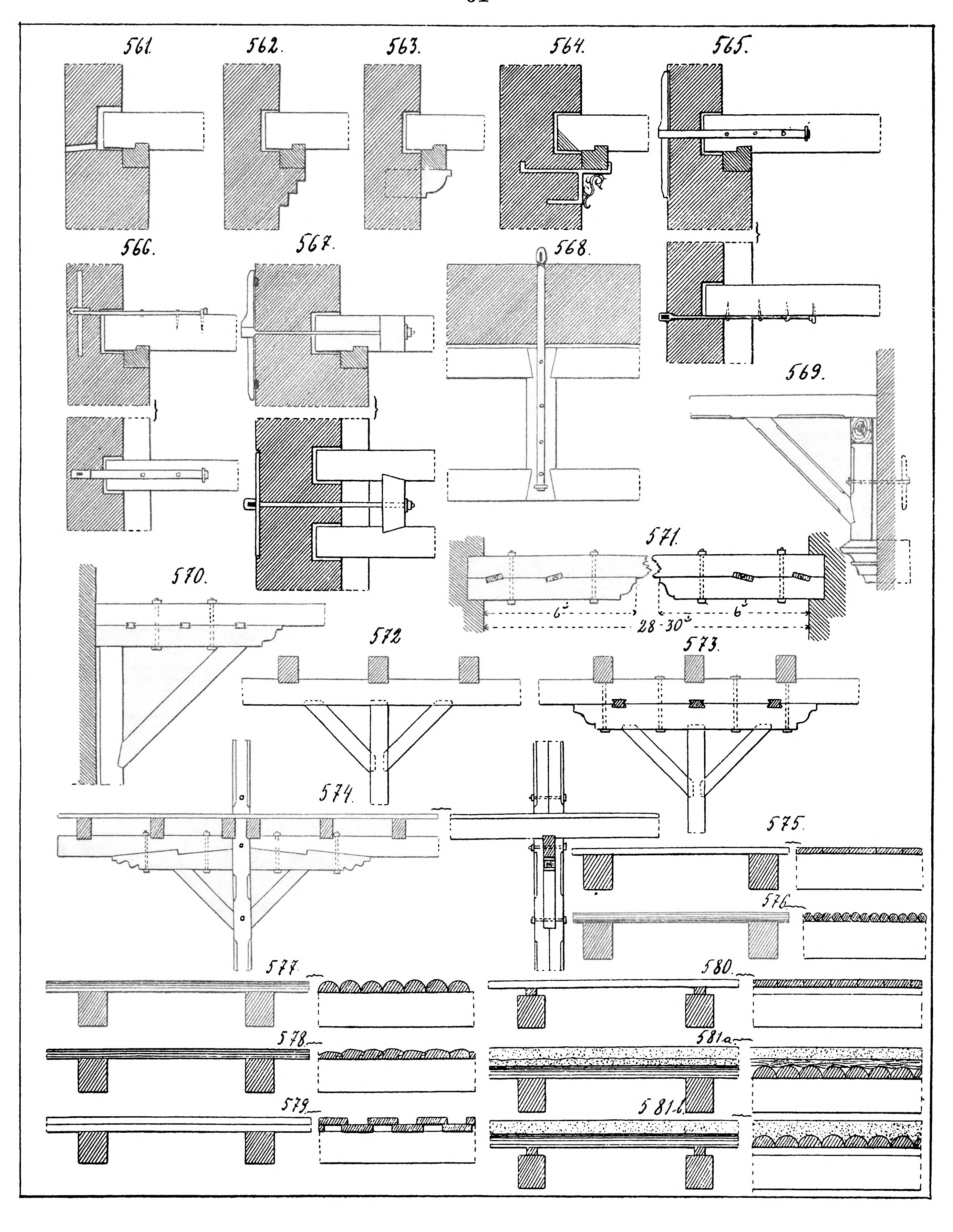

503.
504.
505a.
505b.
505c.
506a.
506b.
506c.
506d.
507.
a
a
c
a

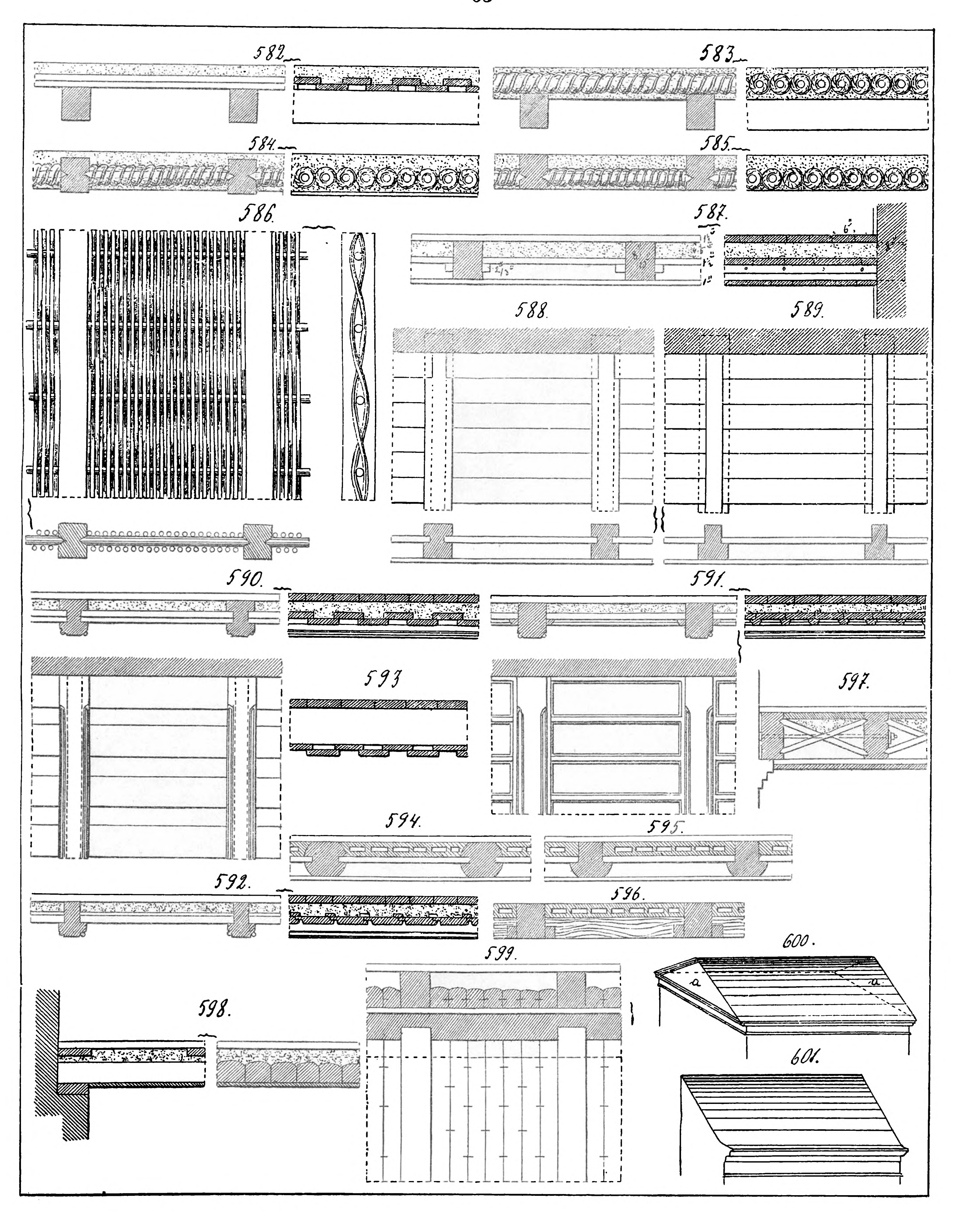

508.
508a.
a
b
509.
510.
a.
a.
511.
512.
513.
514.
515.
516.
517.

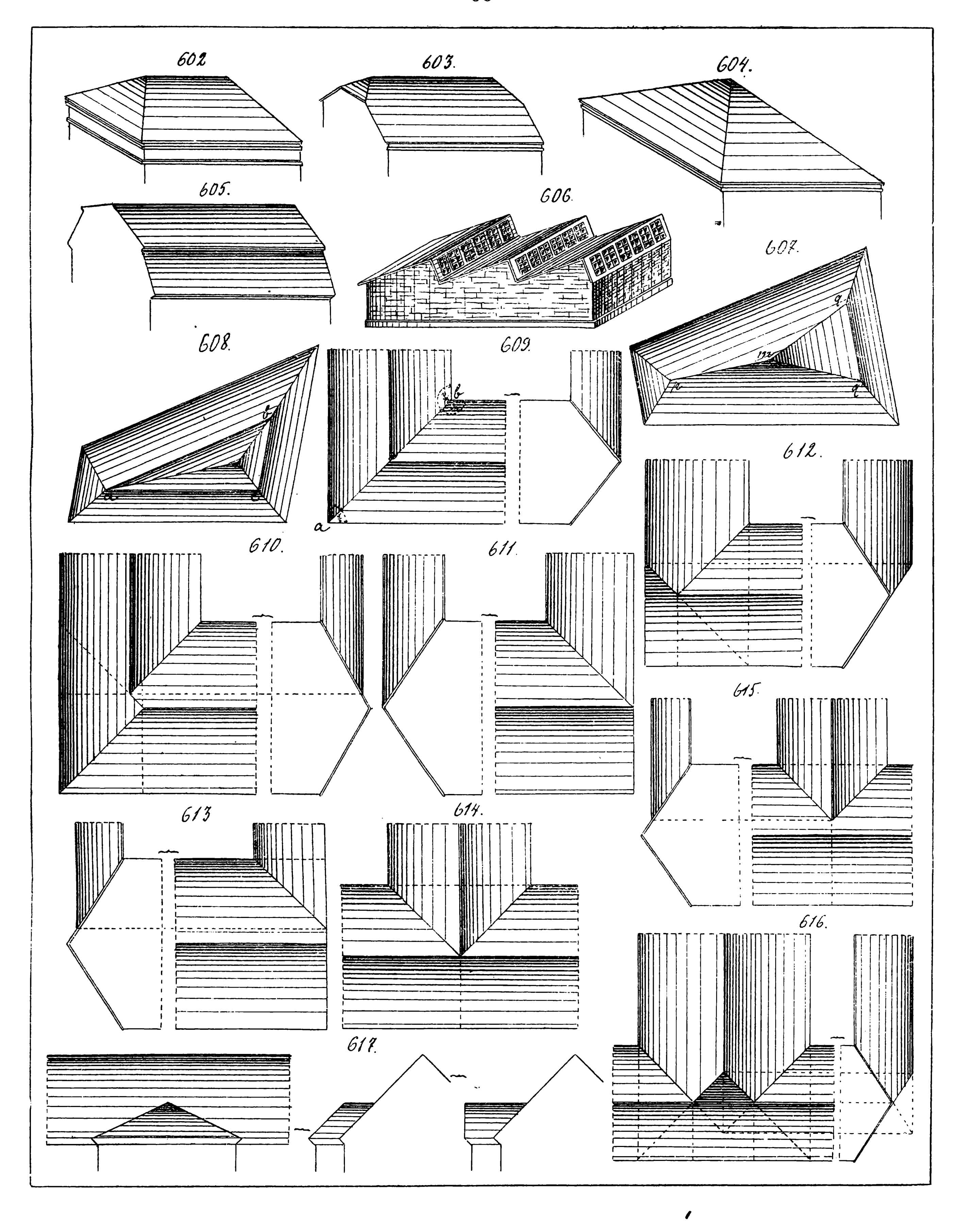

519.
520
a
a a
518.
521.
521b.
521a.
a.
c
b.
522
523
524
525.
526.
527
528
529.

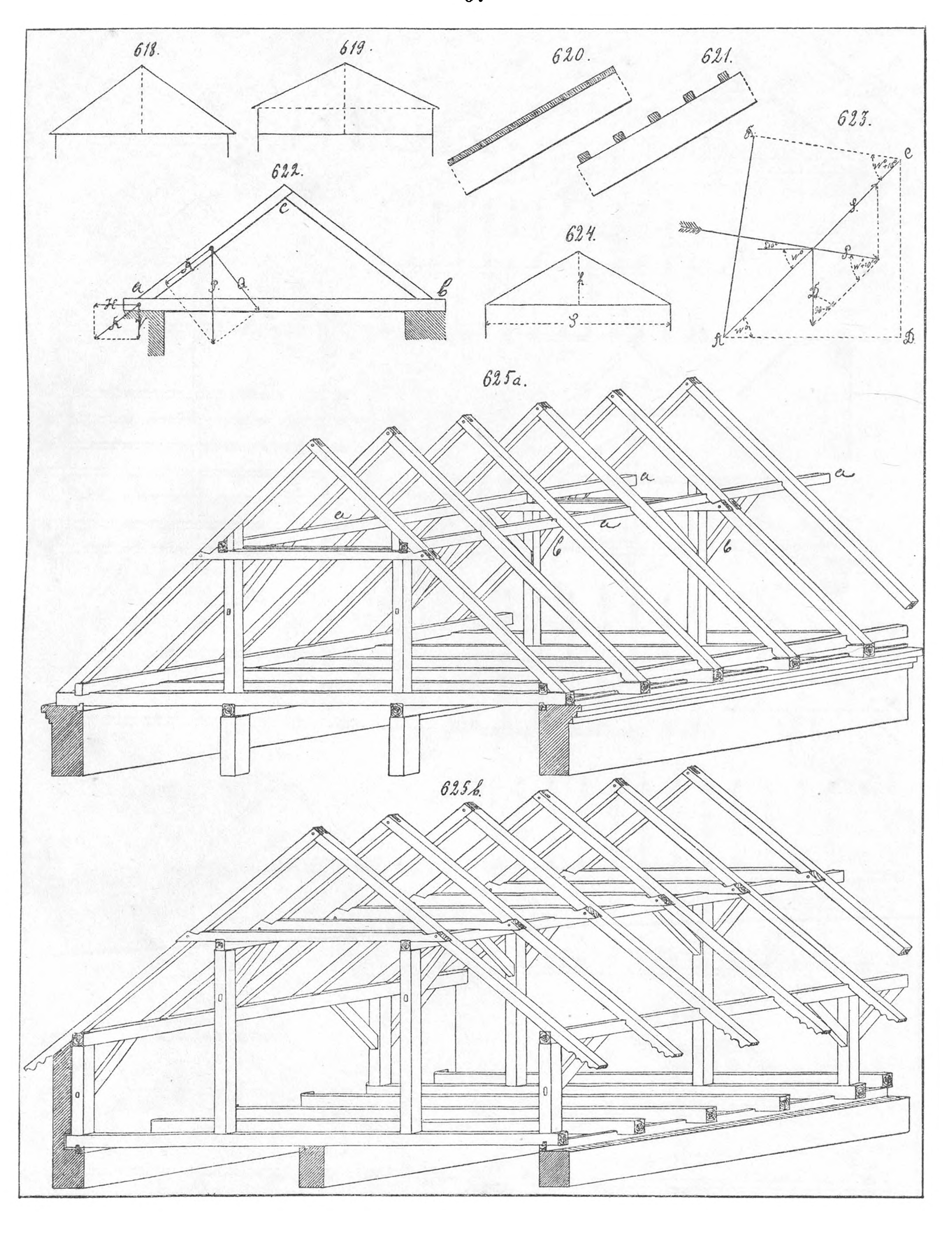

530.
531.a
531.b
532.
533.
534.
535.
536.
537.
538.
539.
540
541
542.
543.
544.
545.
546.
547.
a
b

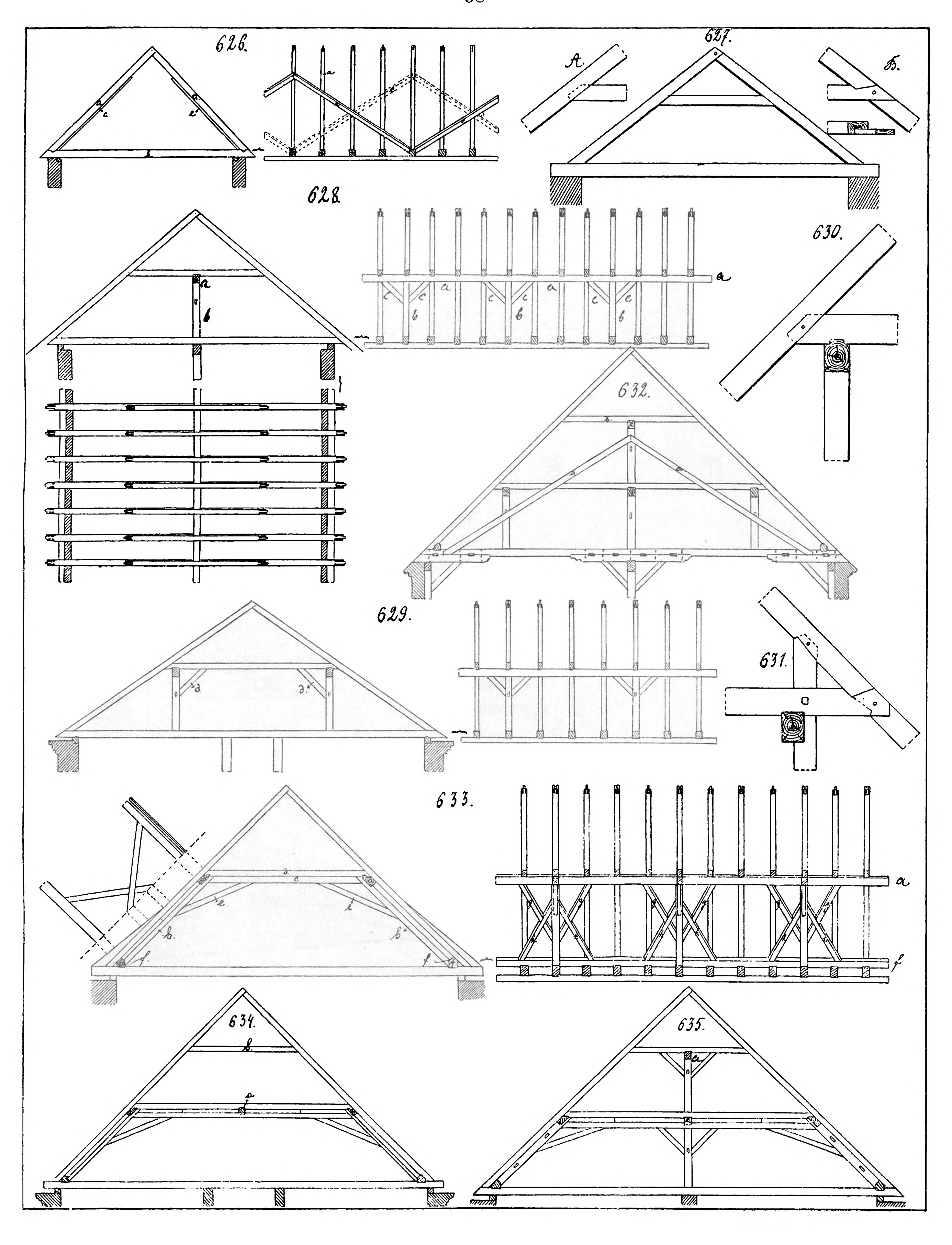

548.
549.
550.
551.
552.
553.
554.
555.
556.
557
558.
559.
560

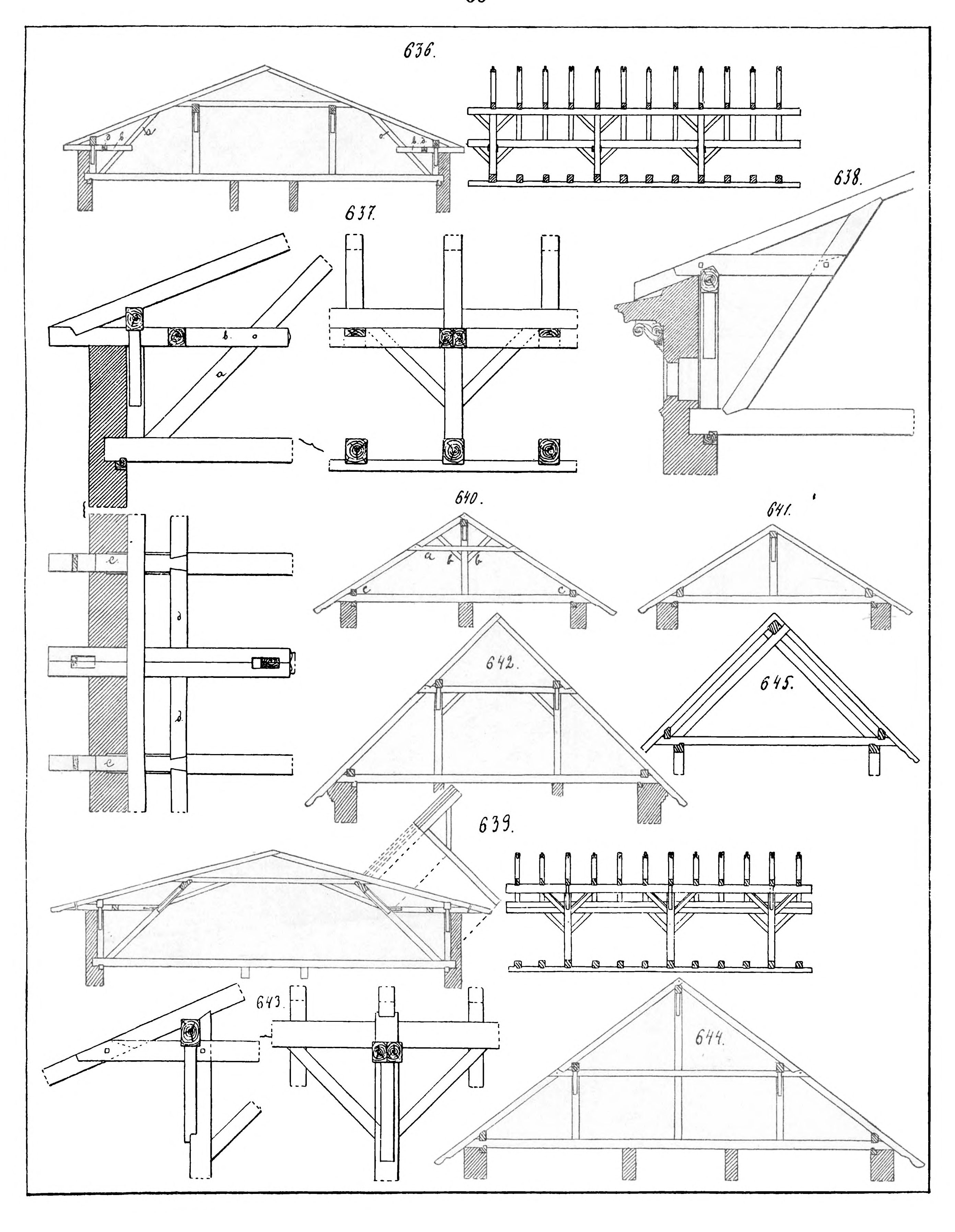

561.
562.
563.
564.
565.
566.
567.
568.
569.
570.
571.
6
6
28-30
572
573.
574.
575.
576.
577.
578.
579.
580.
581 a.
581 b.

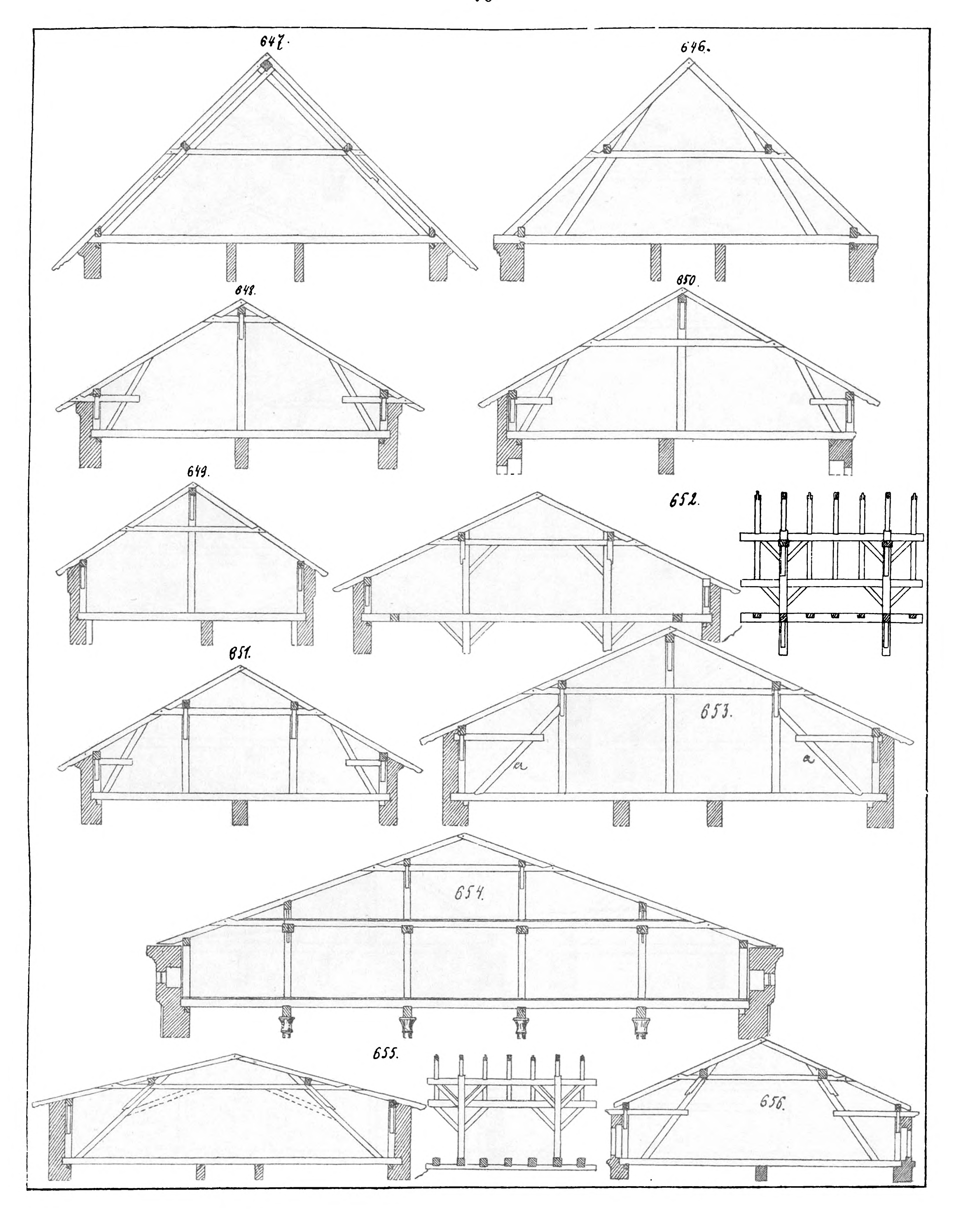

582.
583.
584.
585.
586.
587.
588.
589.
590.
591.
593
597.
594.
595.
592.
596.
600.
599.
598.
601.

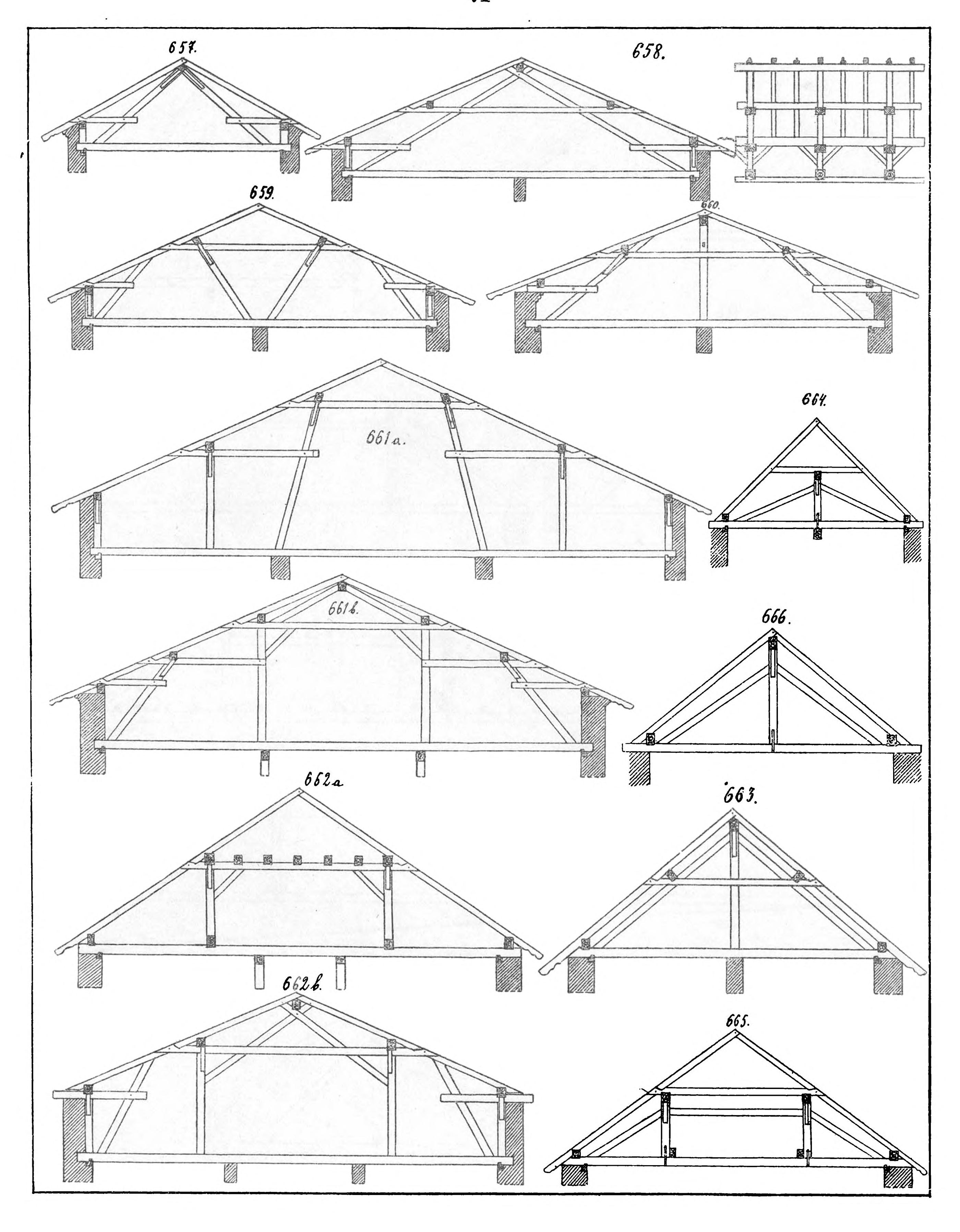

602
603.
604.
605.
606.
607.
608.
609.
610.
611.
612.
613
614.
615.
616.
617.


618.
619.
620.
621.
622.
623.
624.
625 a.
625 b.

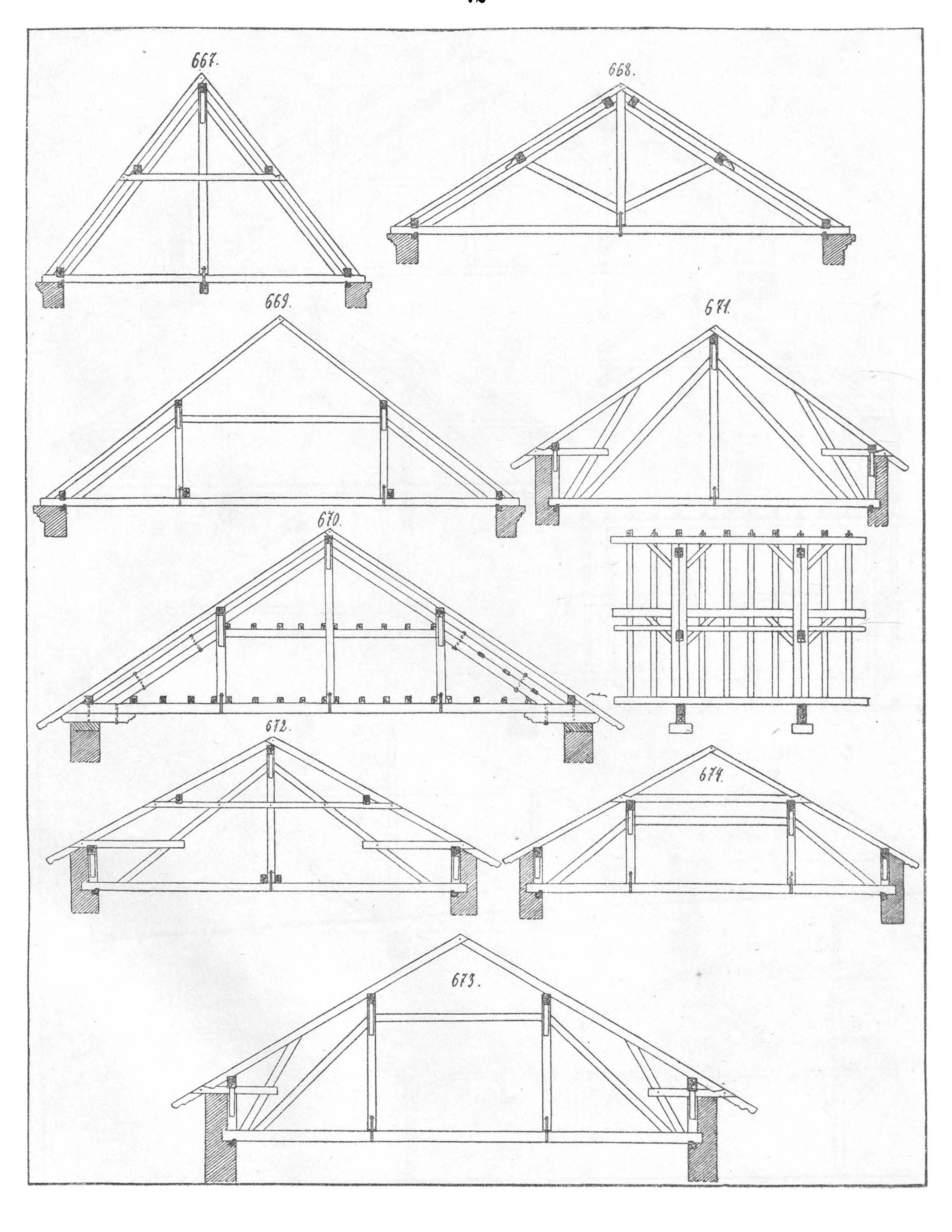

626.
627.
A.
Б.
628.
630.
632.
629.
631.
633.
634.
635.

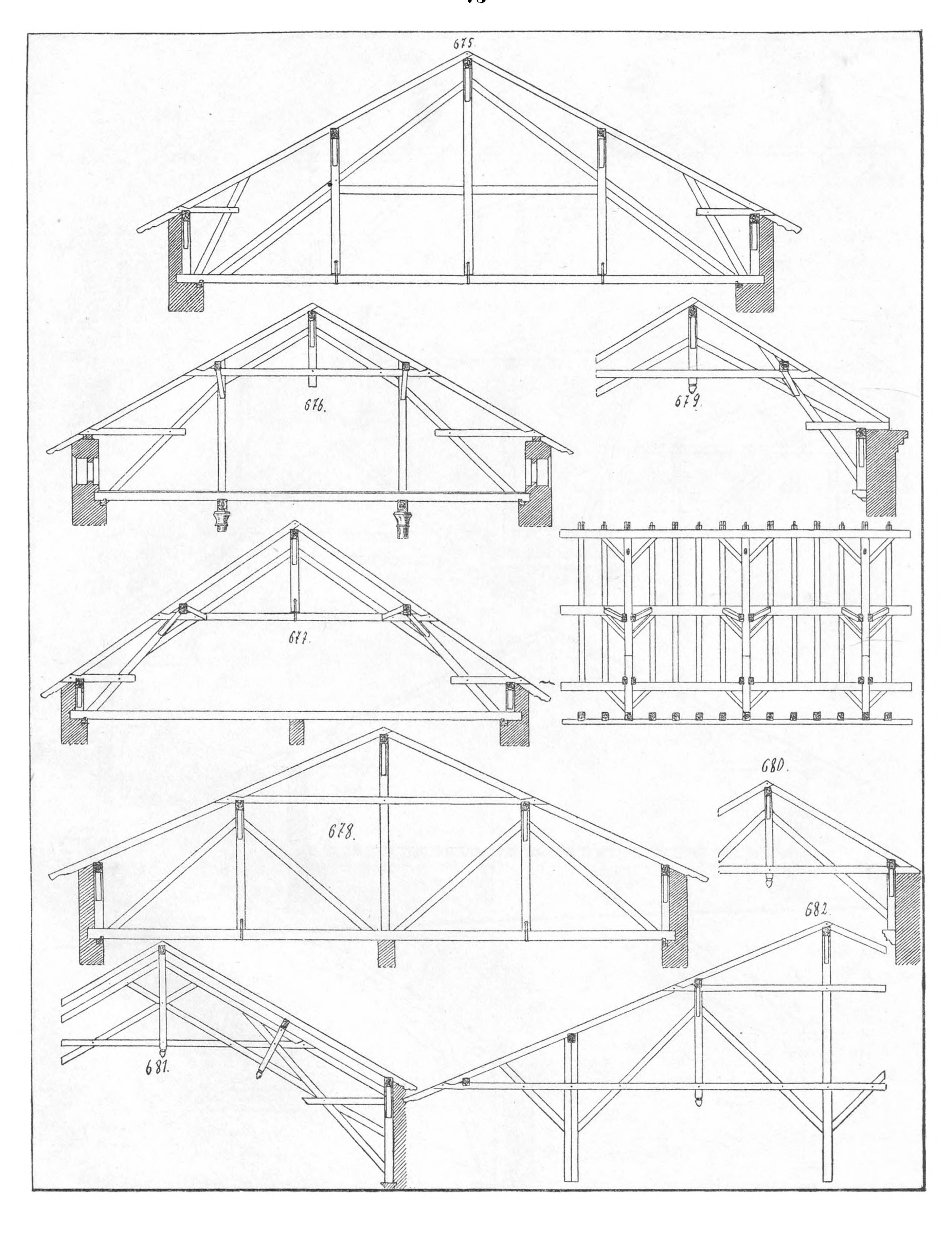

636.
637.
638.
639.
640.
641.
642.
643.
644.
645.

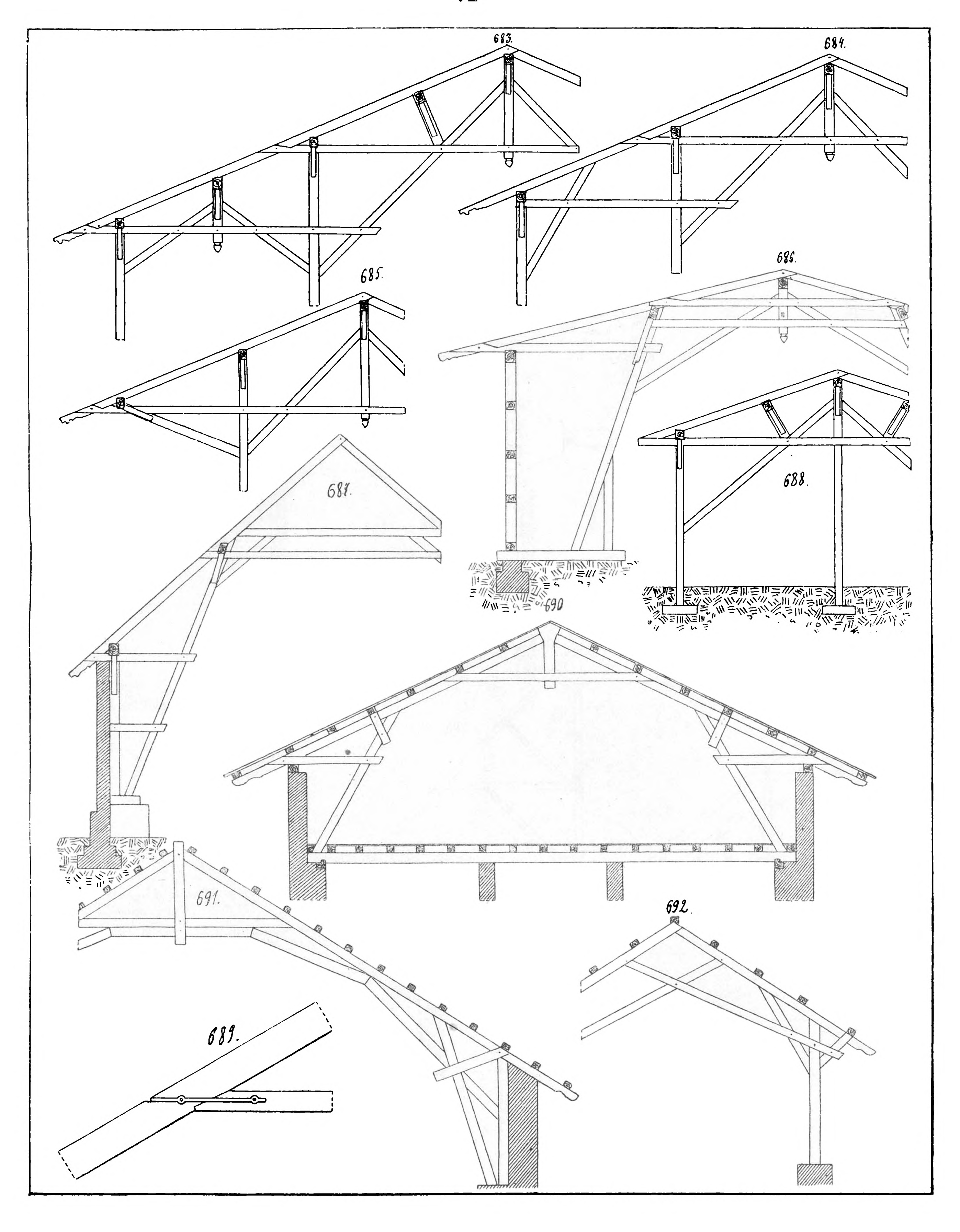

647.
646.
648.
650.
649.
652.
651.
653.
a
a
654.
655.
656.

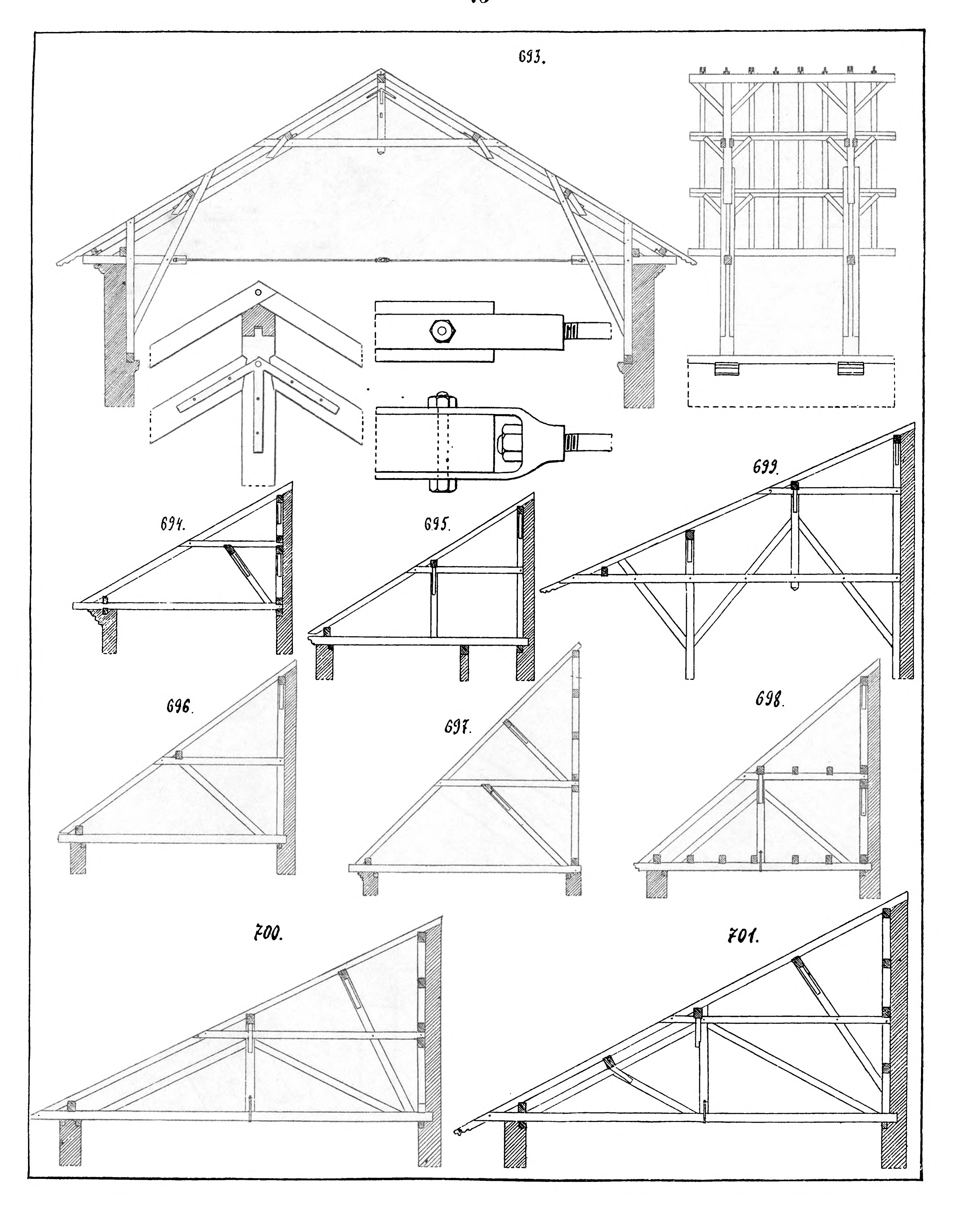


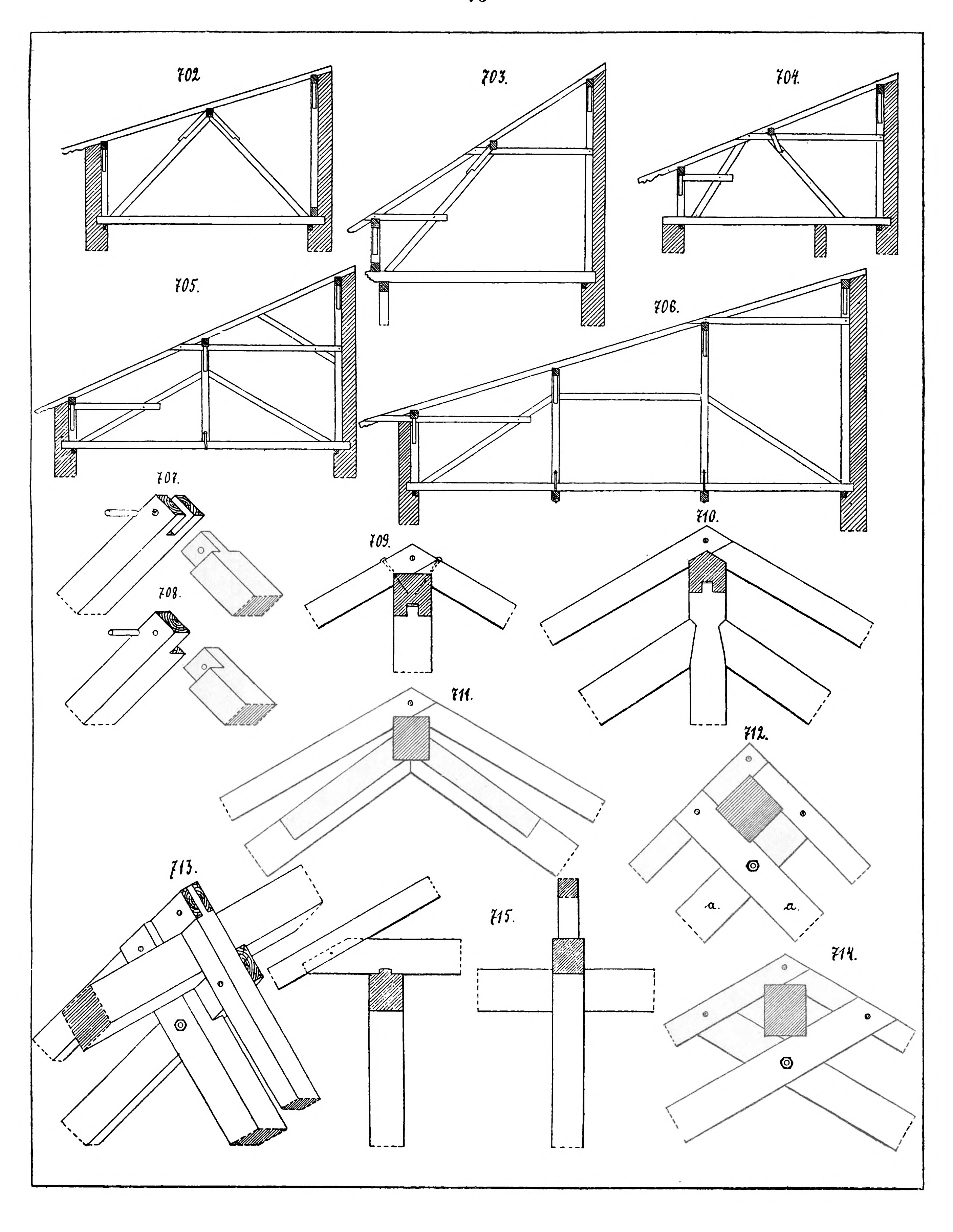
657.
658.
659.
660.
661 a.
664.
661 b.
666.
662 a
663.
662 b.
665.

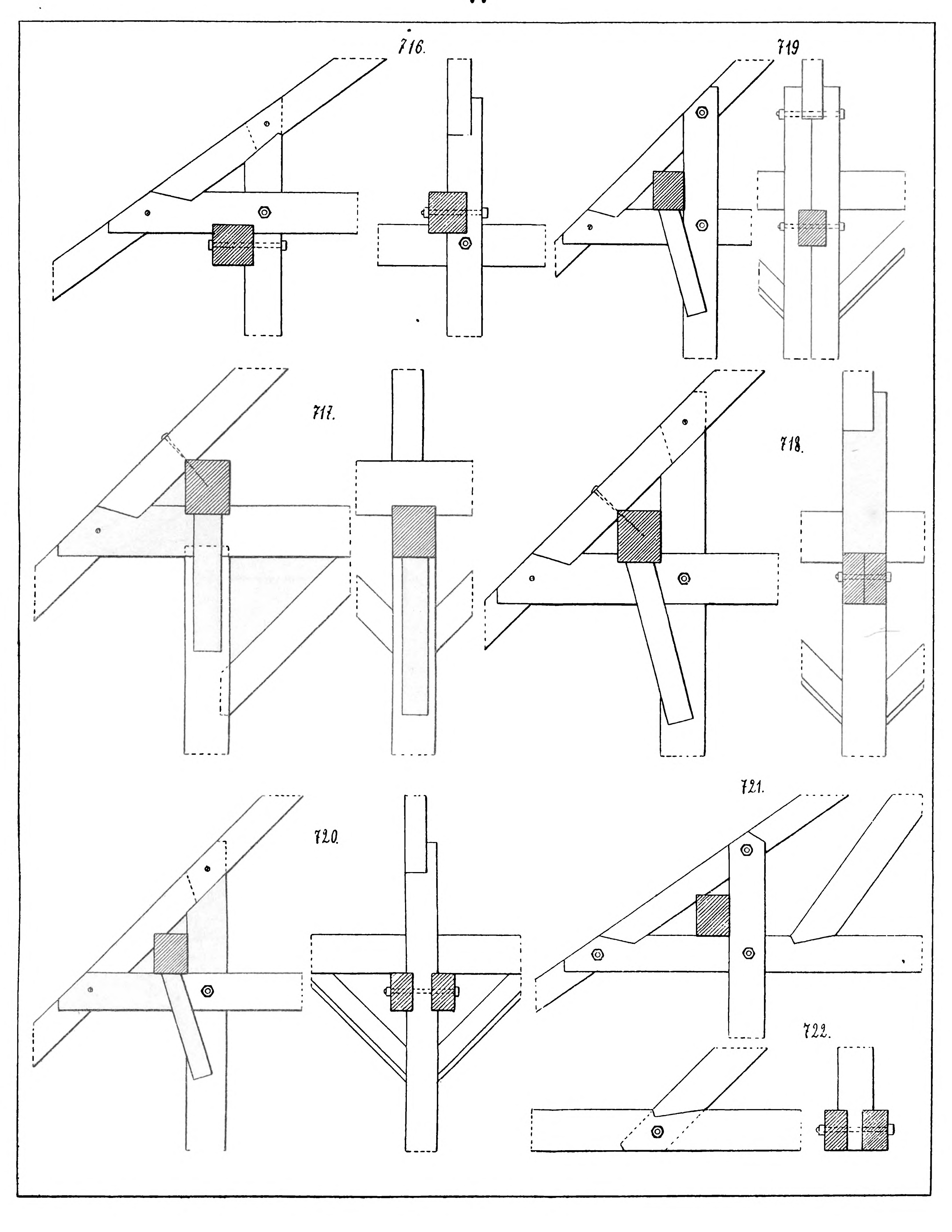

667.
668.
669.
671.
670.
672.
674.
673.

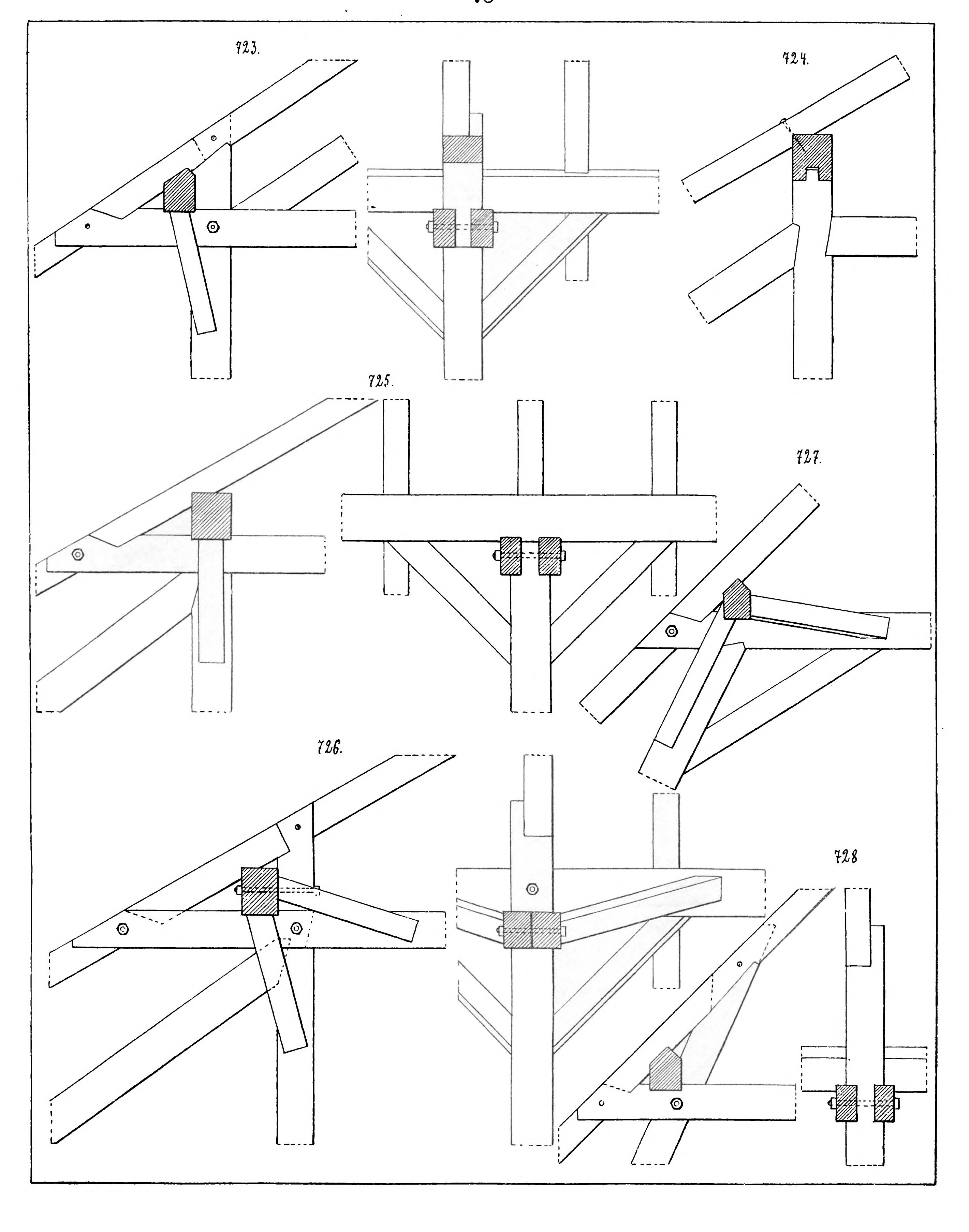

675.
676.
679.
677.
678.
680.
682.
681.

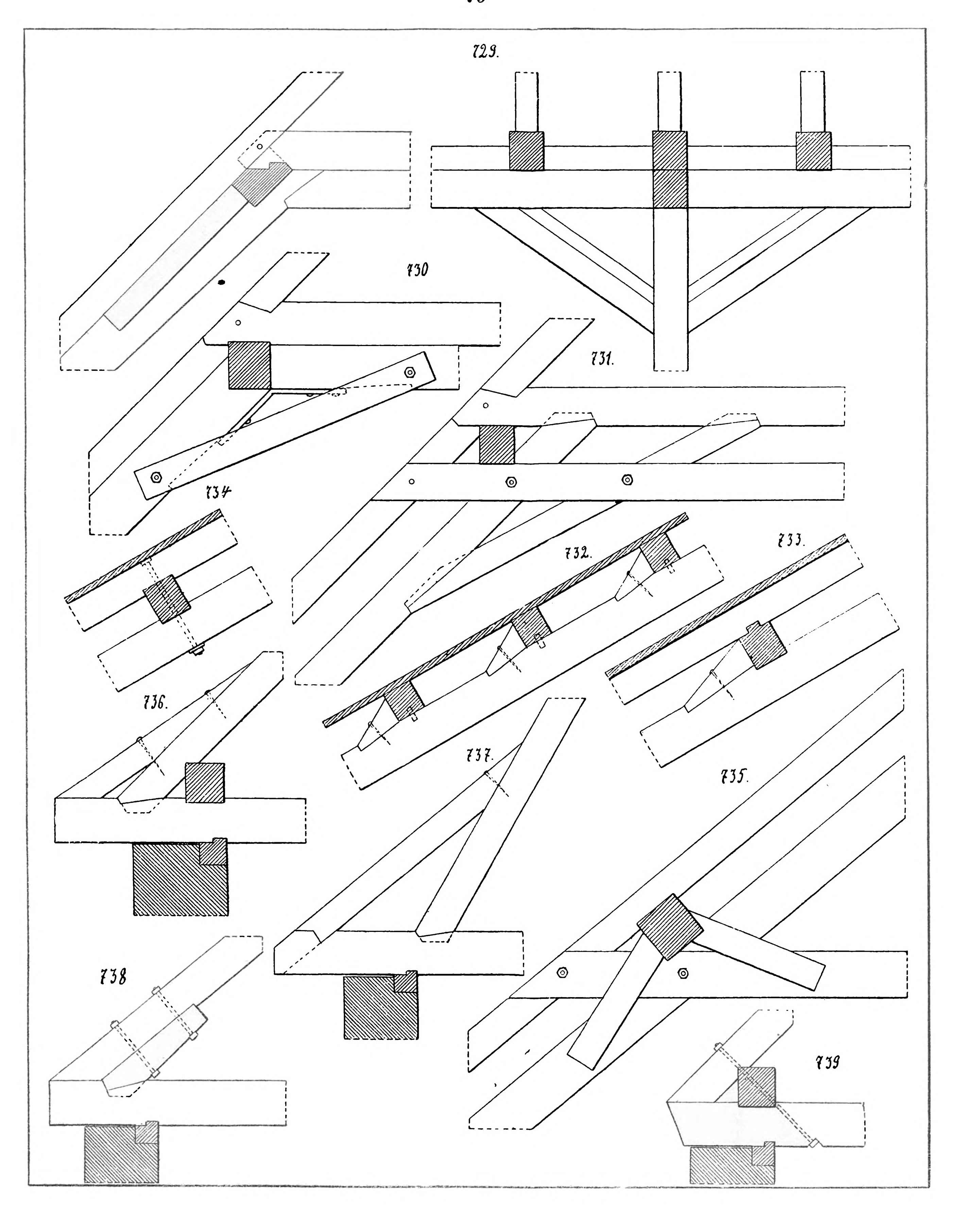

683.
684.
685.
686.
687.
688.
689.
690
691.
692.


693.
694.
695.
696.
697.
698.
699.
700.
701.

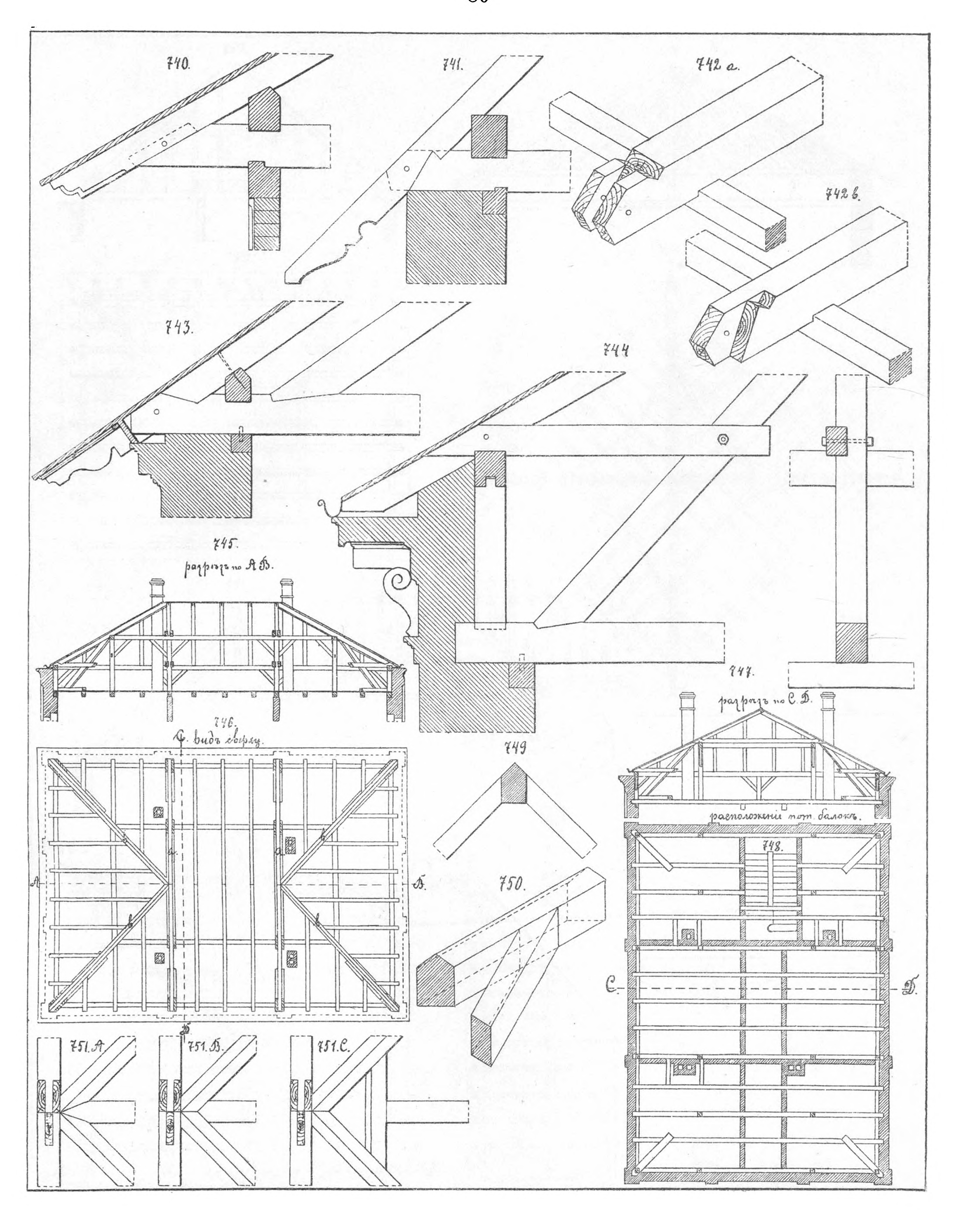

702.
703.
704.
705.
706.
707.
708.
709.
710.
711.
712.
a.
a.
713.
714.
715.

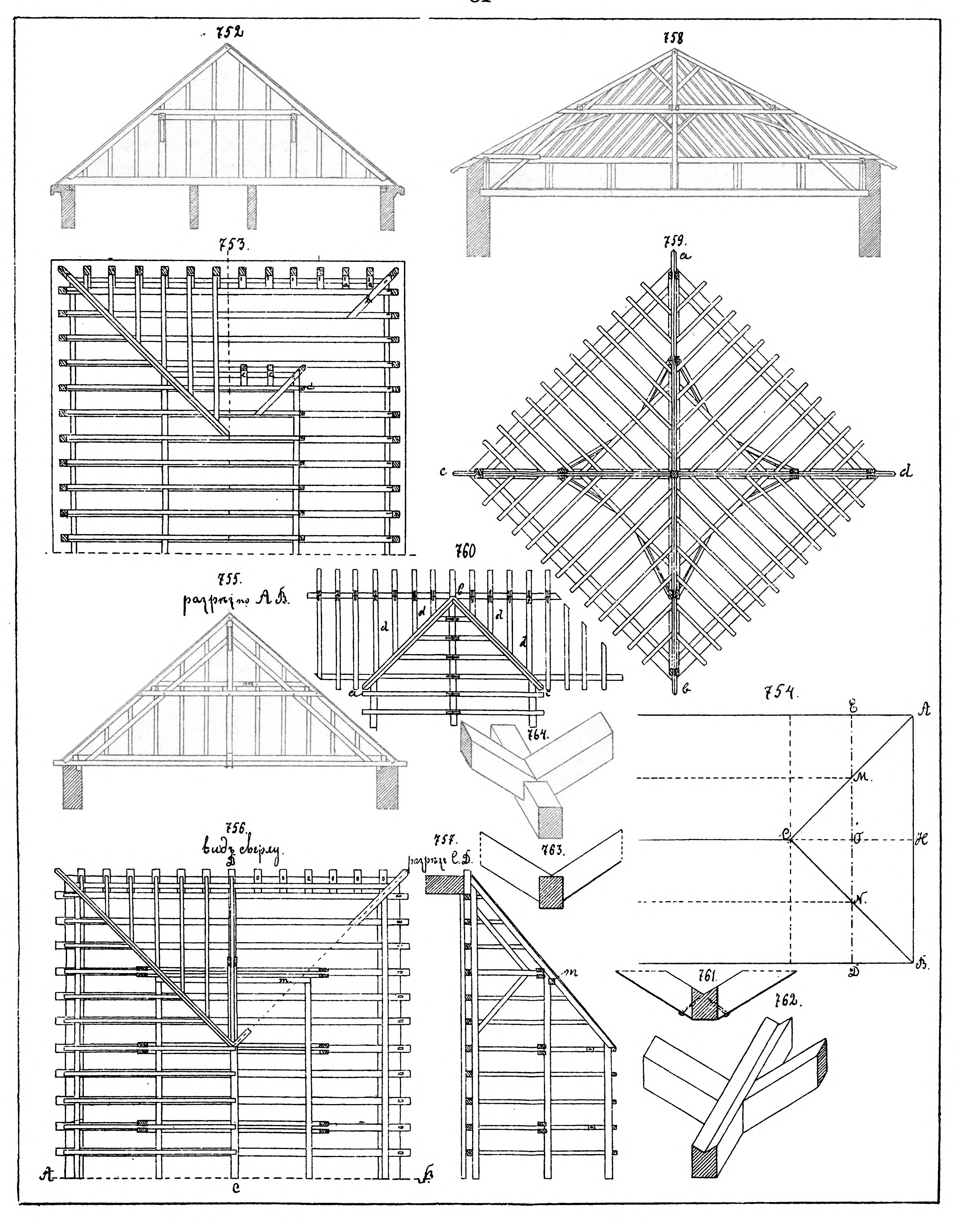

716.
719
717.
718.
720.
721.
722.

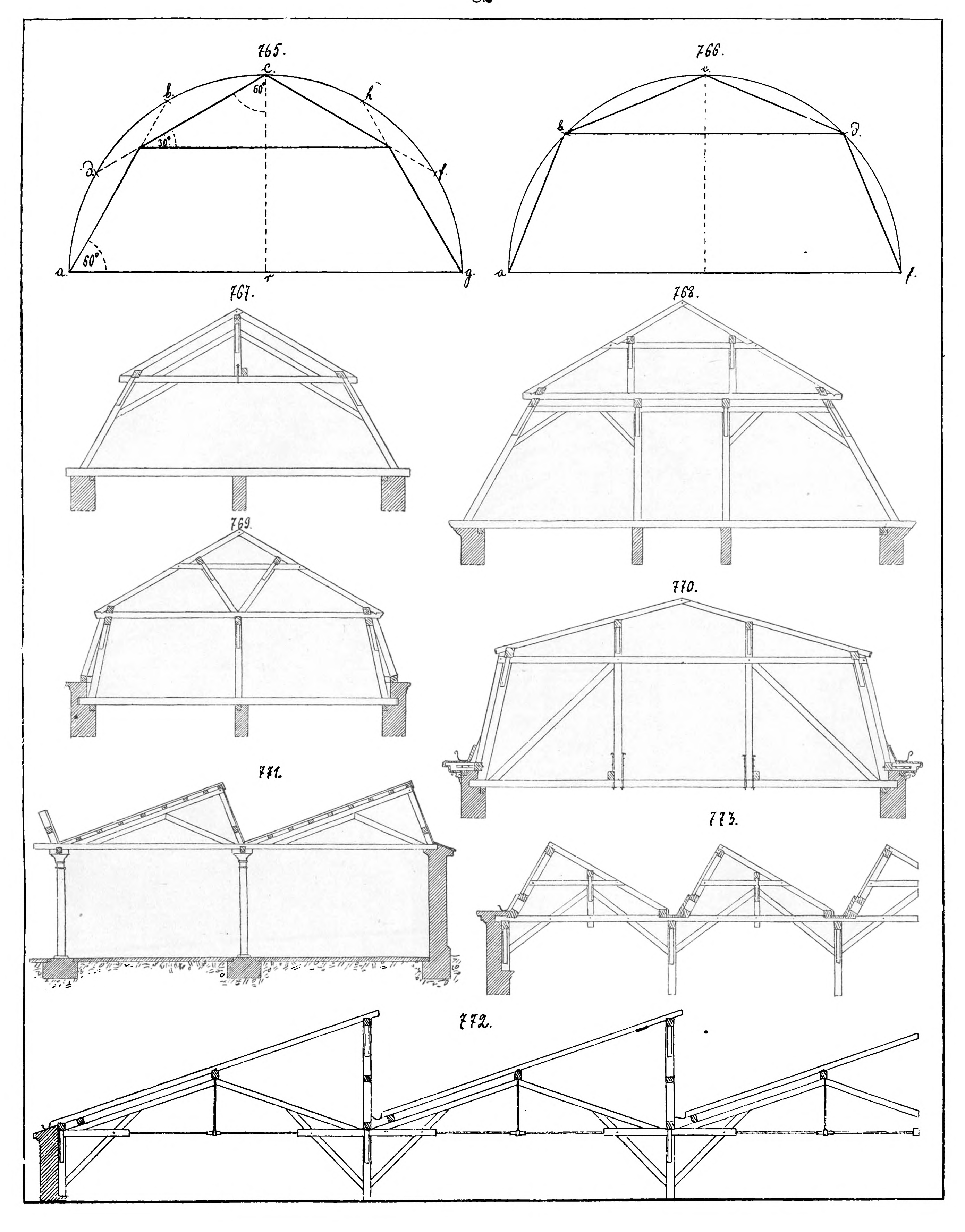

723.
724.
725.
727.
726.
728

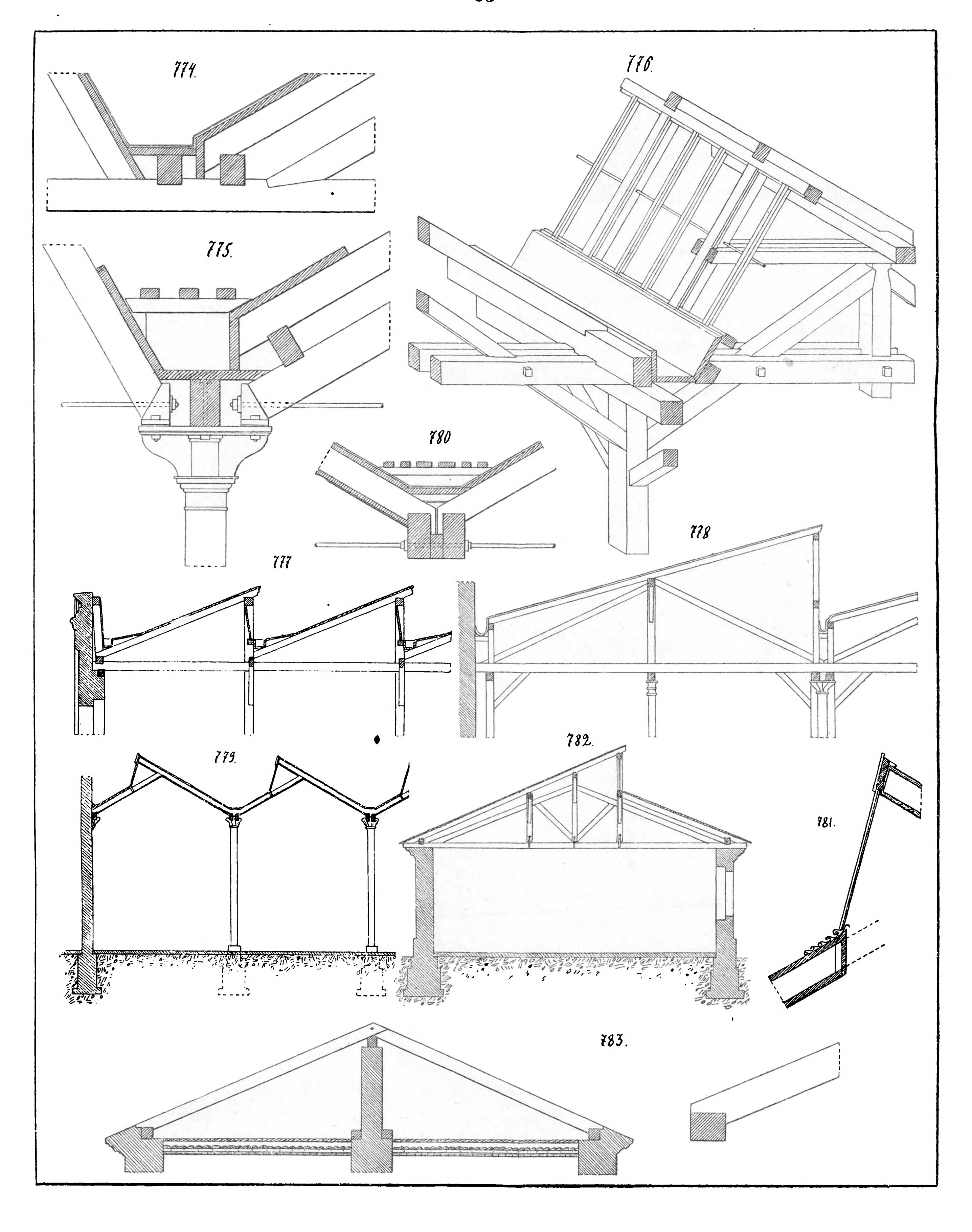


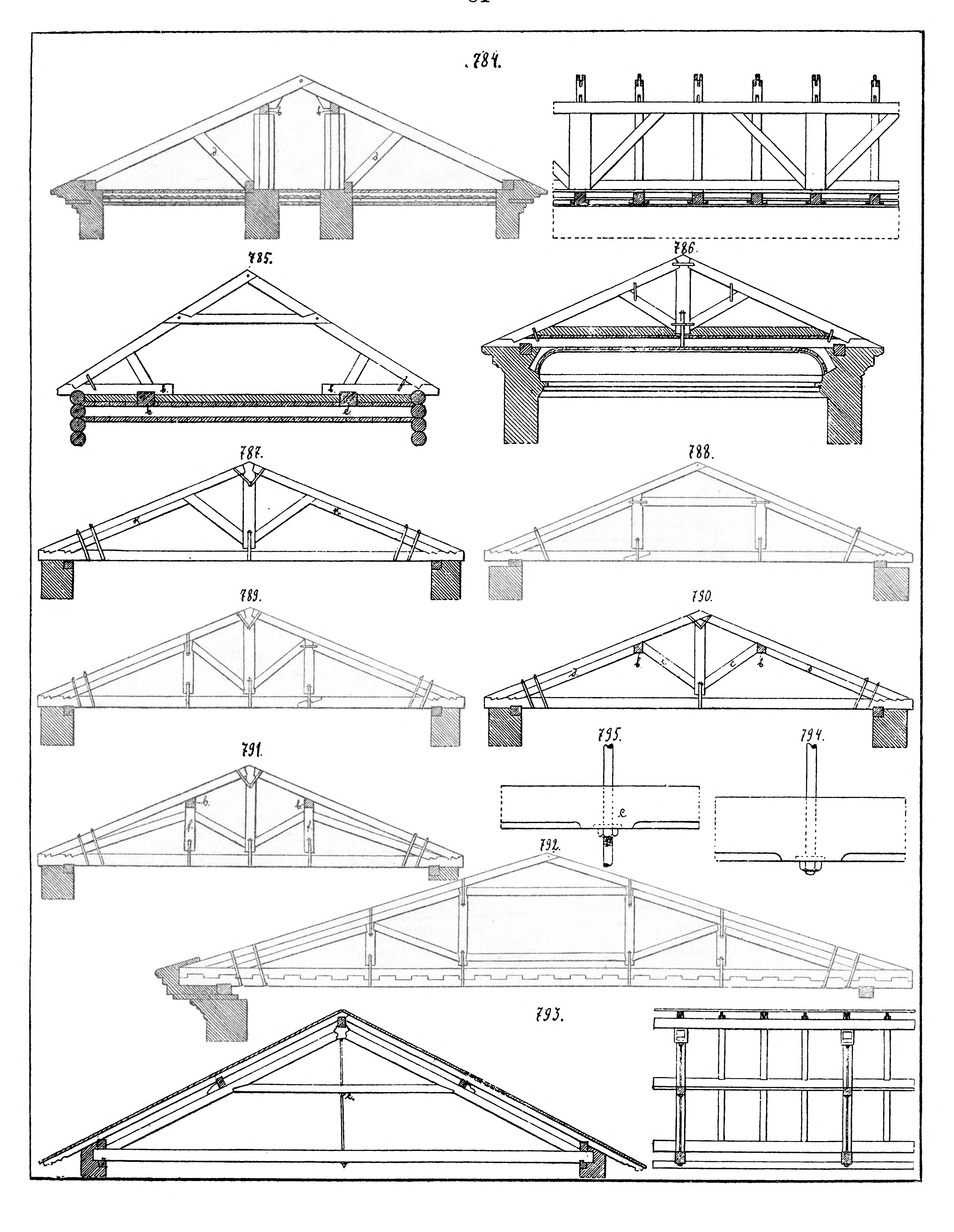
729.
730
731.
734
732.
733.
736.
737.
735.
738
739

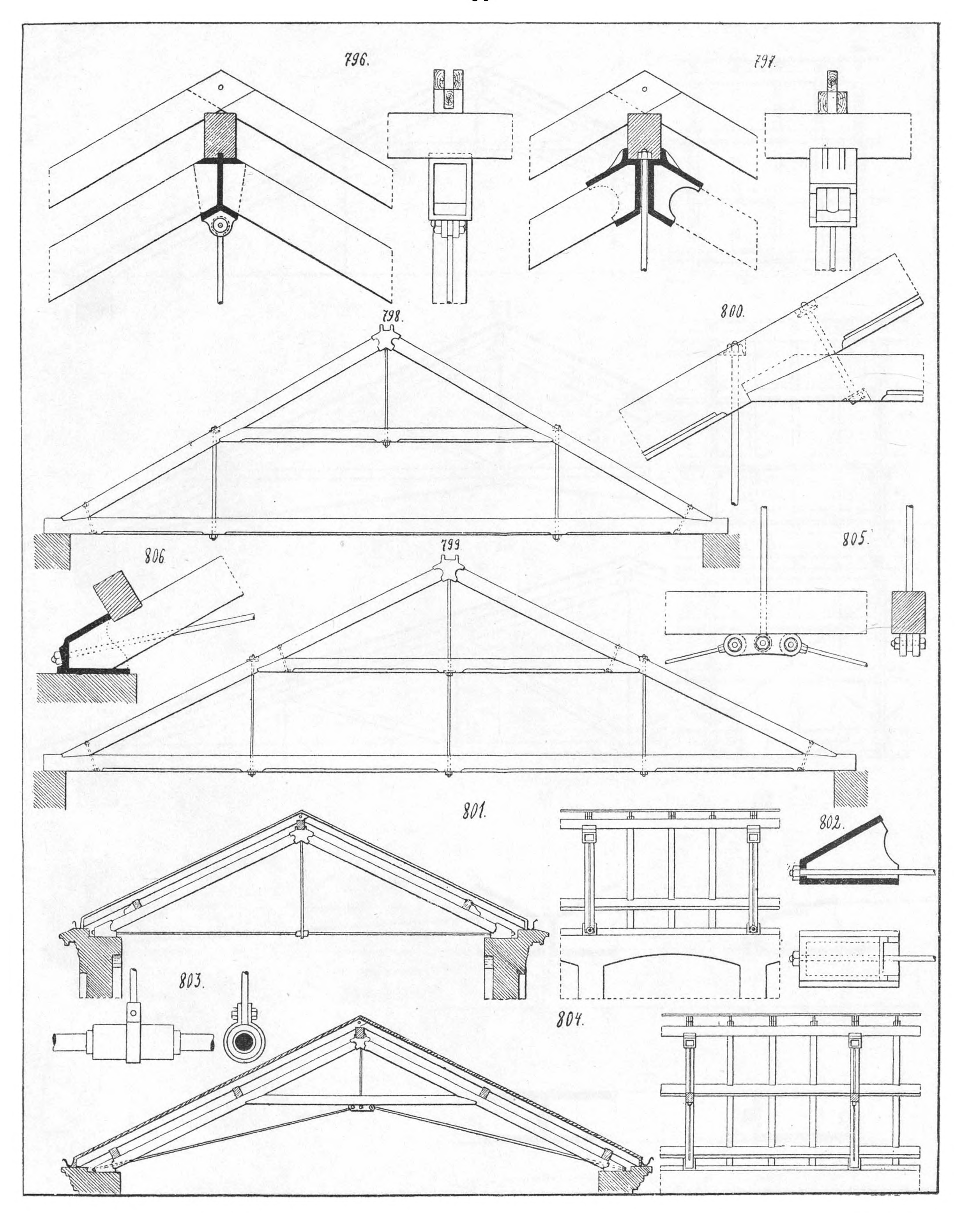

740.
741.
742 a.
742 b.
743.
744
745.
разрѣзъ по А.В.
746.
вид сверху.
А.
Б.
747.
разрѣзъ по С.Д.
расположеніе пот. балокъ.
748.
749
750.
С.
Д.
751.A.
751.B.
751.C.

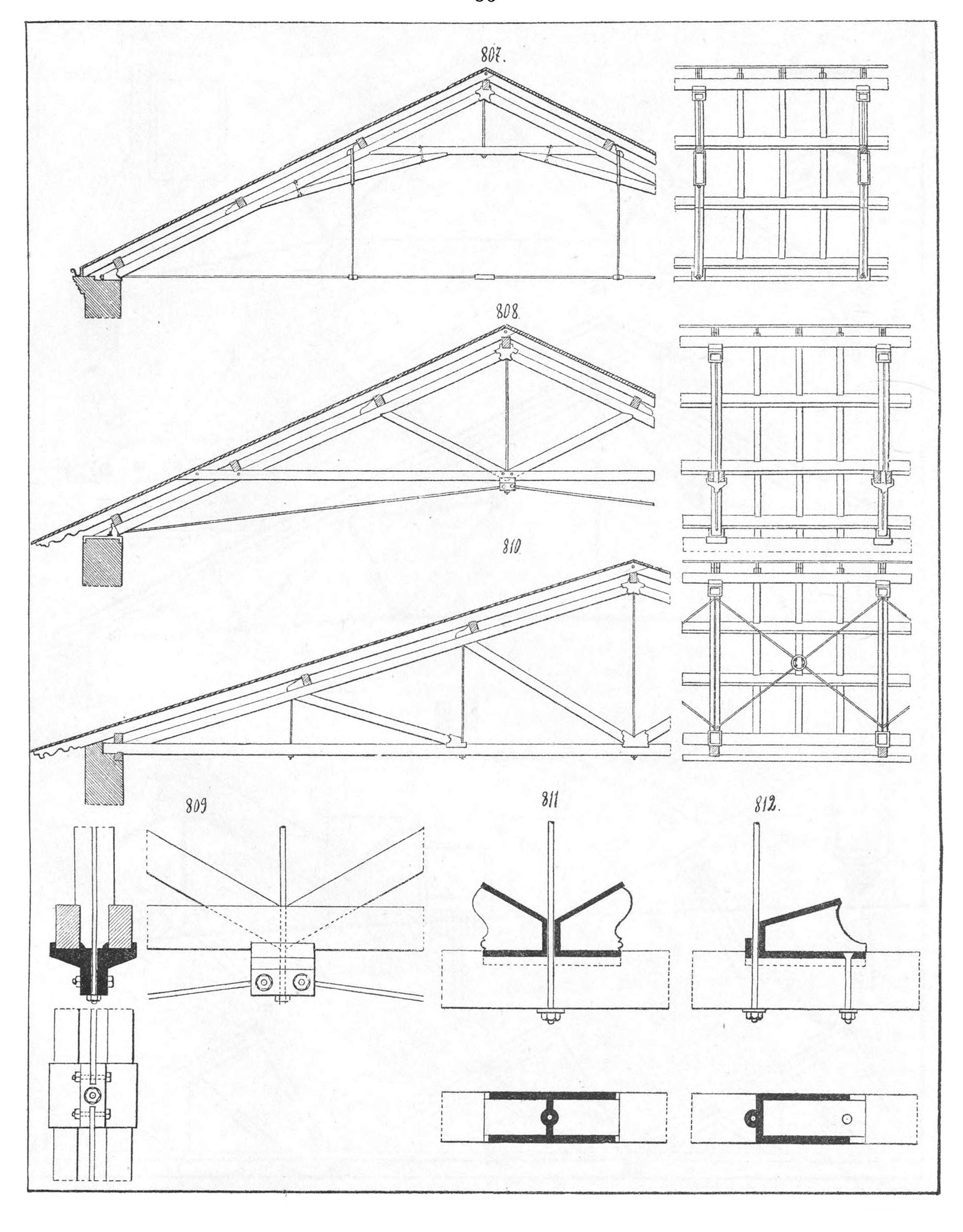

752
758
753.
759.
a
c
d
b
760
755.
разрѣзъ по A B.
754.
E
A
M.
C
O
H
N.
D
B.
764.
756.
видъ сверху.
757.
разрѣзъ C D.
763.
761.
762.
A
B
c
m

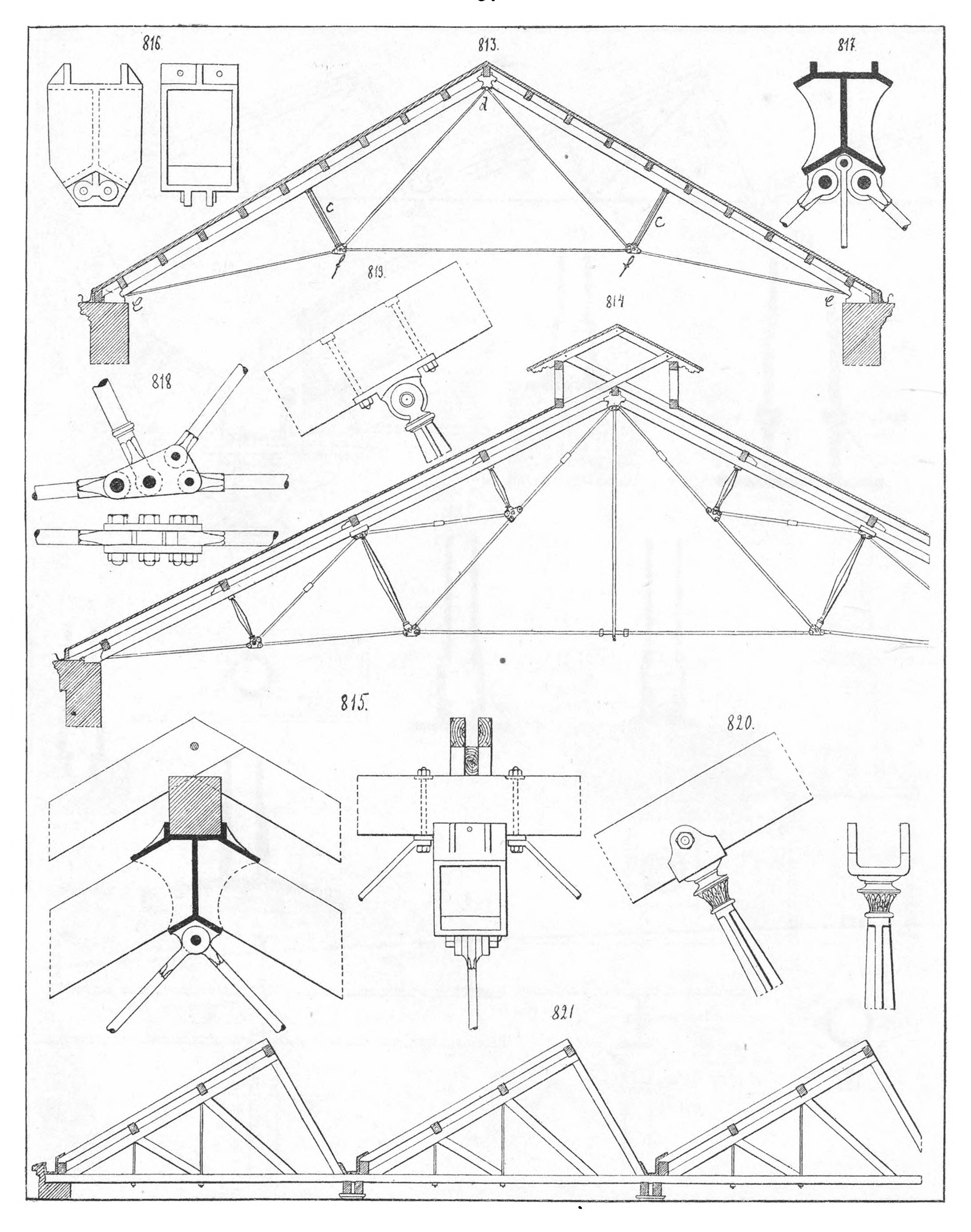

765.
c.
b.
h
60°
30°
d
f.
60°
a.
r
g.
766.
c.
b
d.
a
f.
767.
768.
769.
770.
771.
773.
772.

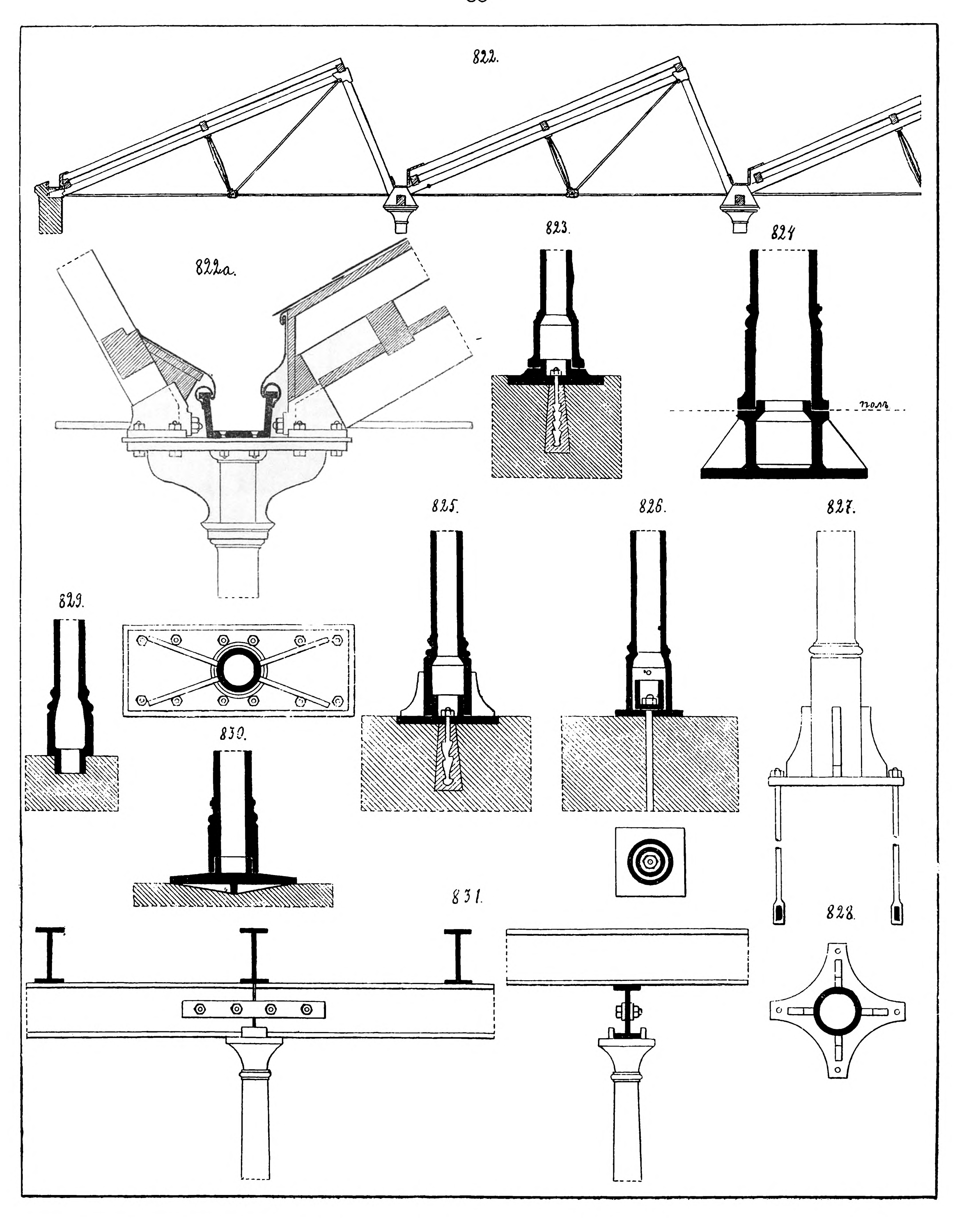

774.
775.
776.
777
778
779.
780
781.
782.
783.

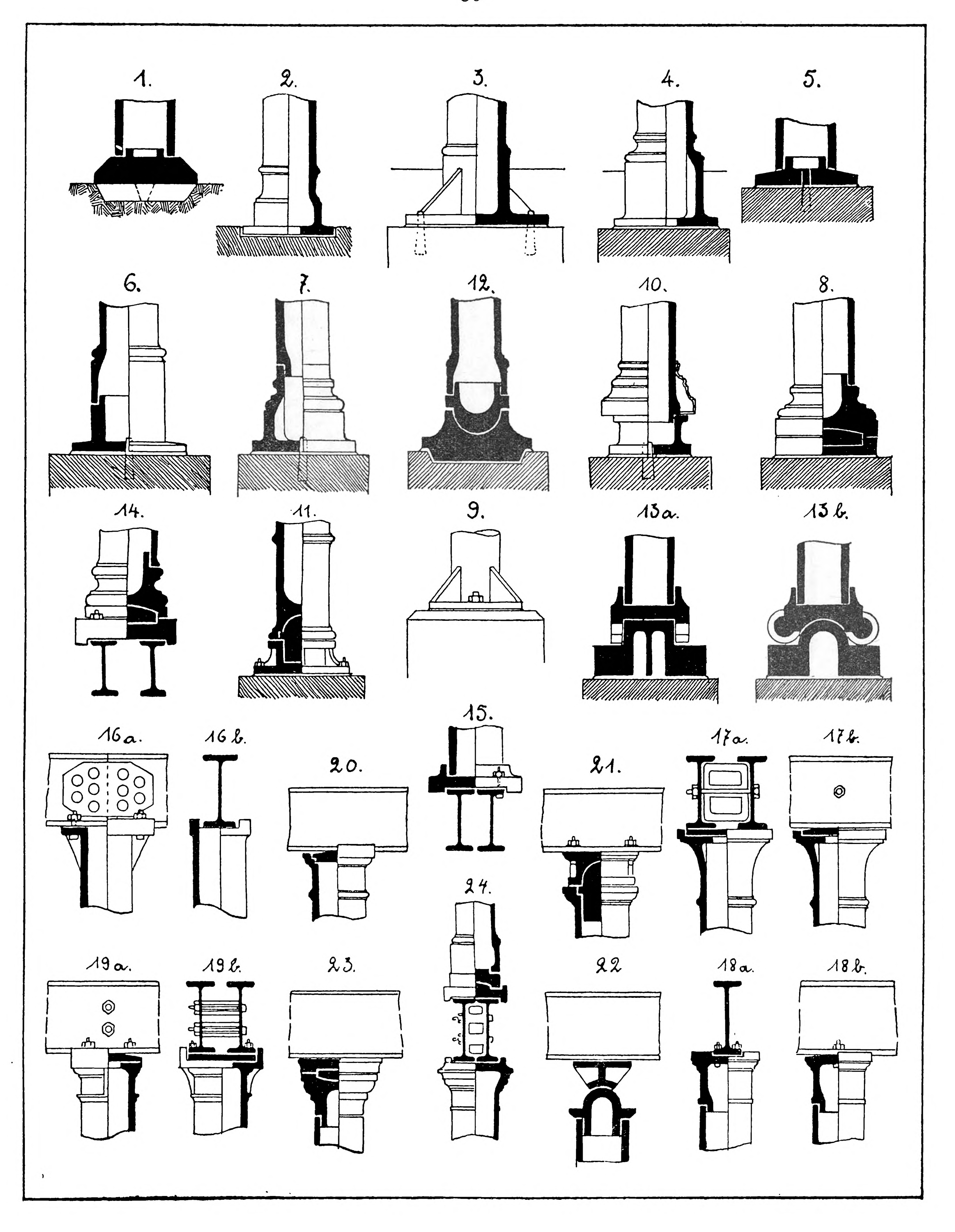

784.
785.
786.
787.
788.
789.
790.
791.
792.
793.
794.
795.

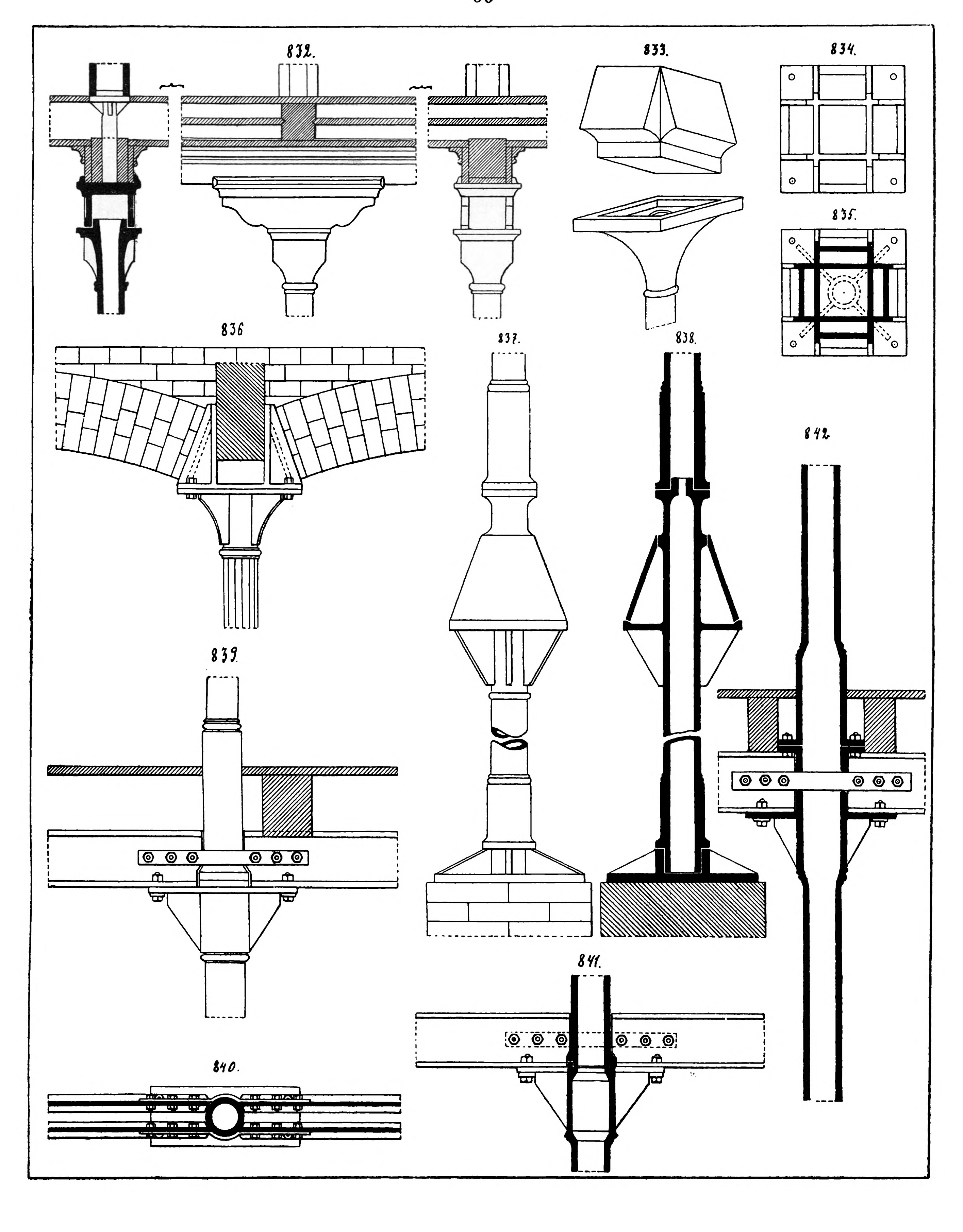

796.
797.
798.
800.
806
799
805.
801.
802.
803.
804.

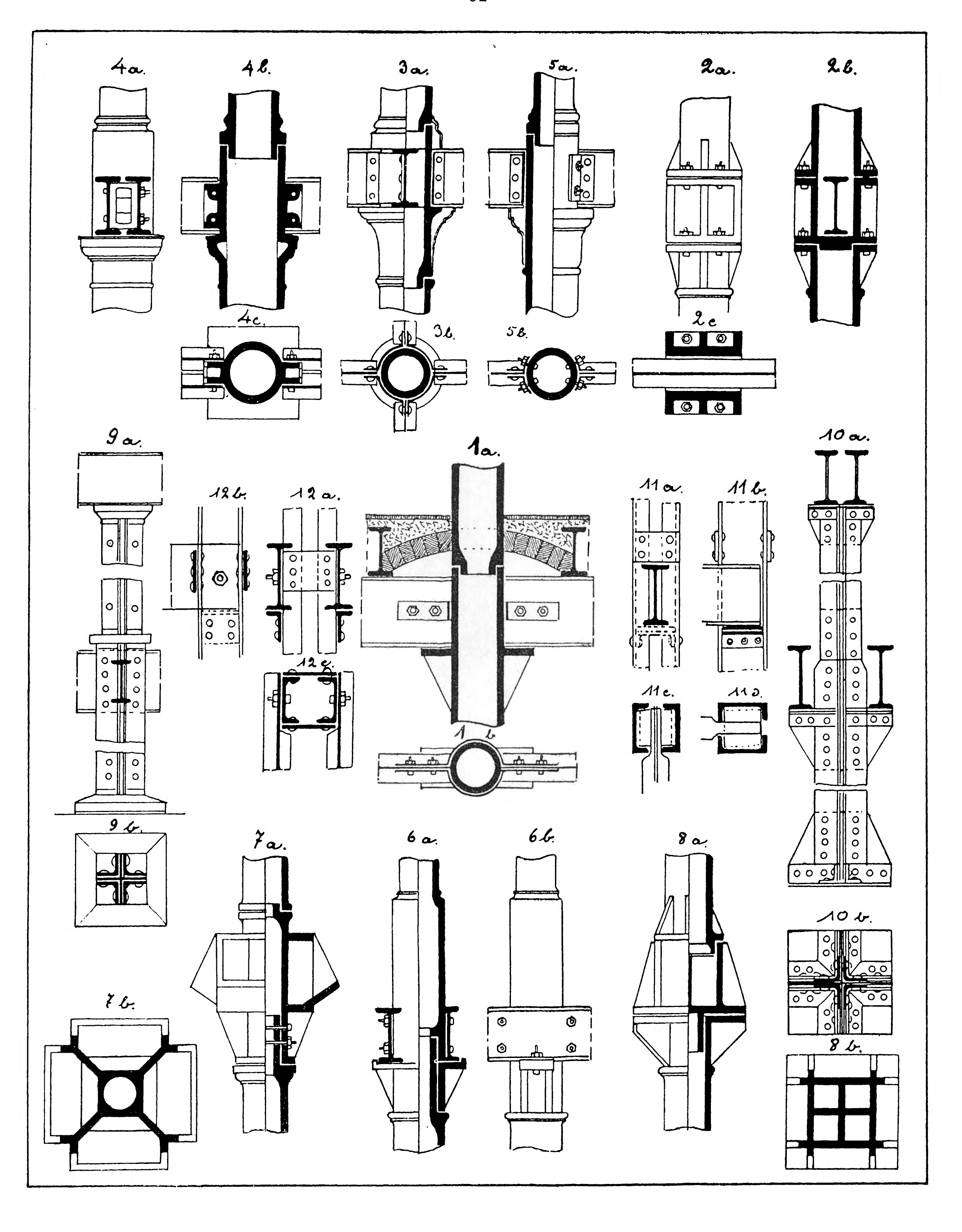

807.
808.
810.
809
811
812.

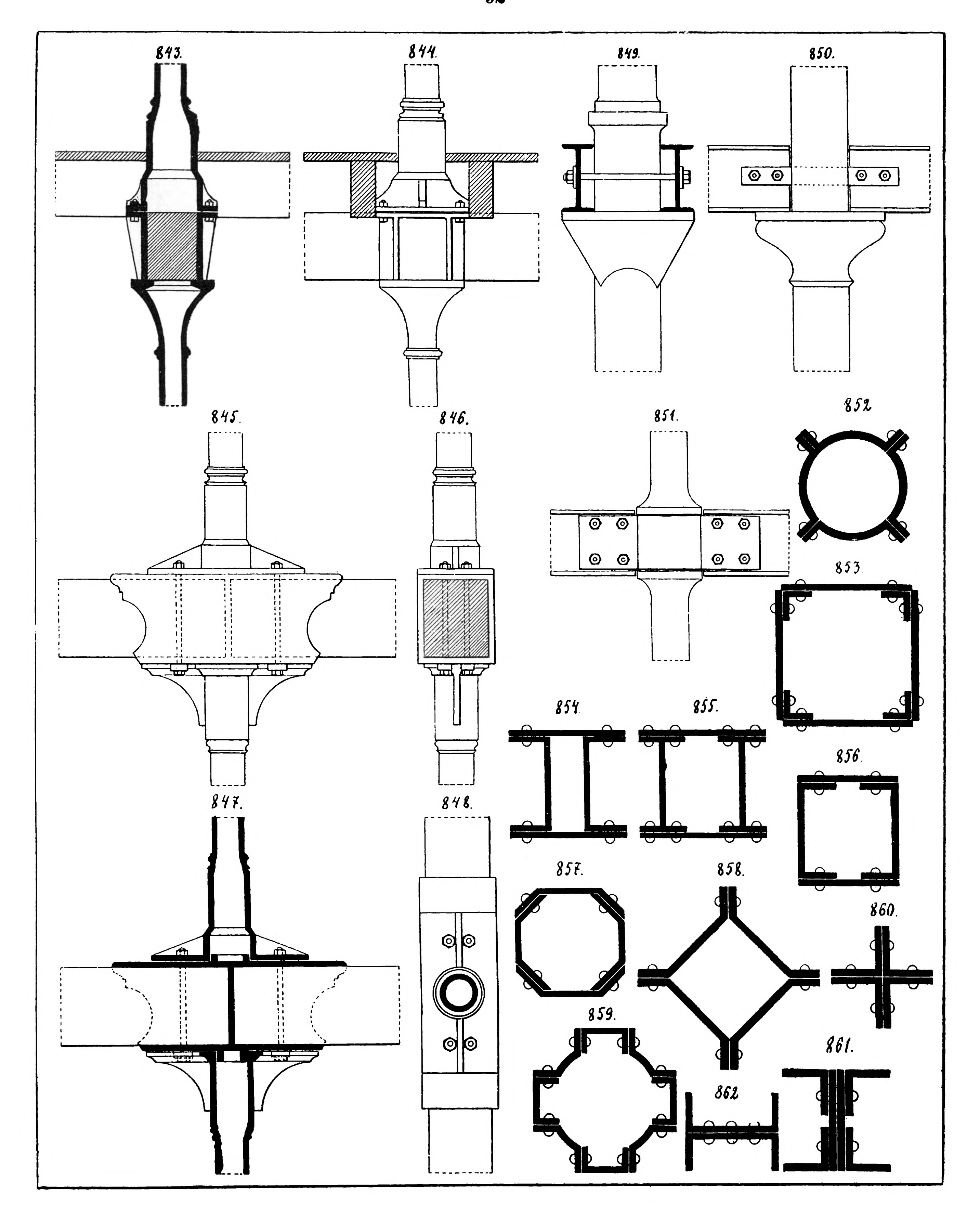

816.
813.
817.
d
c
c
f
f
e
e
819.
814
818
815.
820.
821

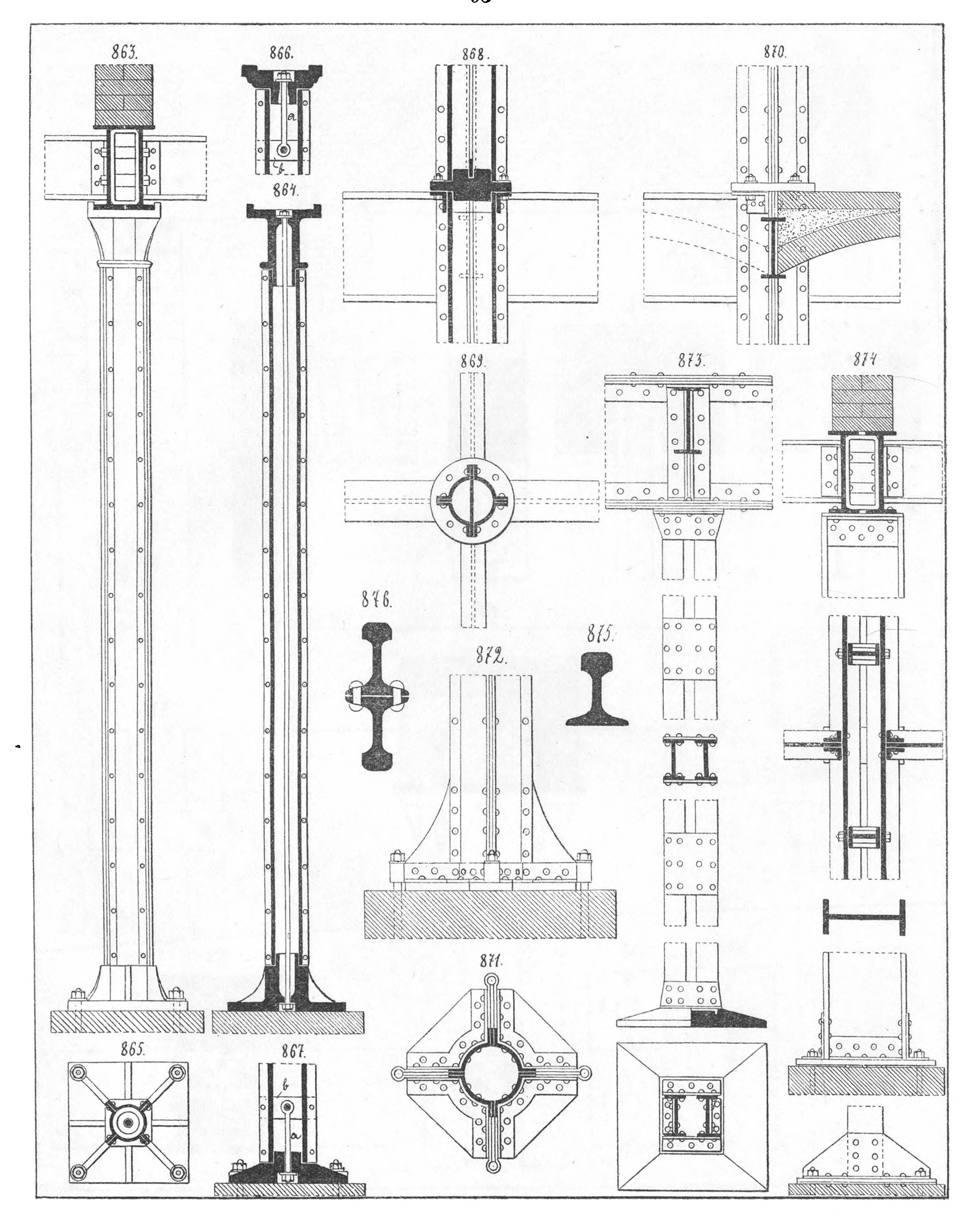

822.
822a.
823.
824
поль
825.
826.
827.
828.
829.
830.
831.

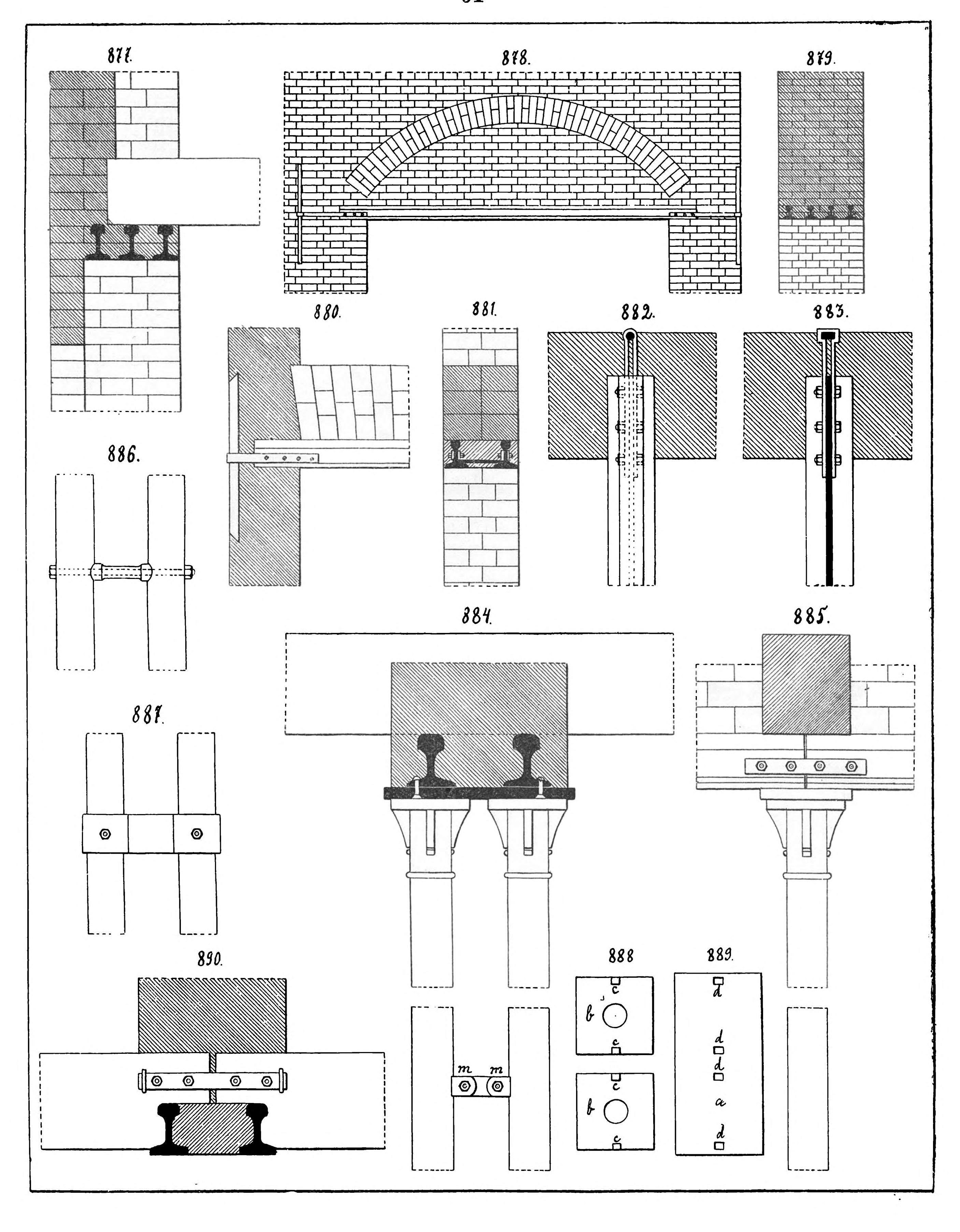

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
12.
10.
8.
14.
11.
9.
13a.
13b.
16a.
16b.
20.
15.
21.
17a.
17b.
24.
19a.
19b.
23.
22
18a.
18b.

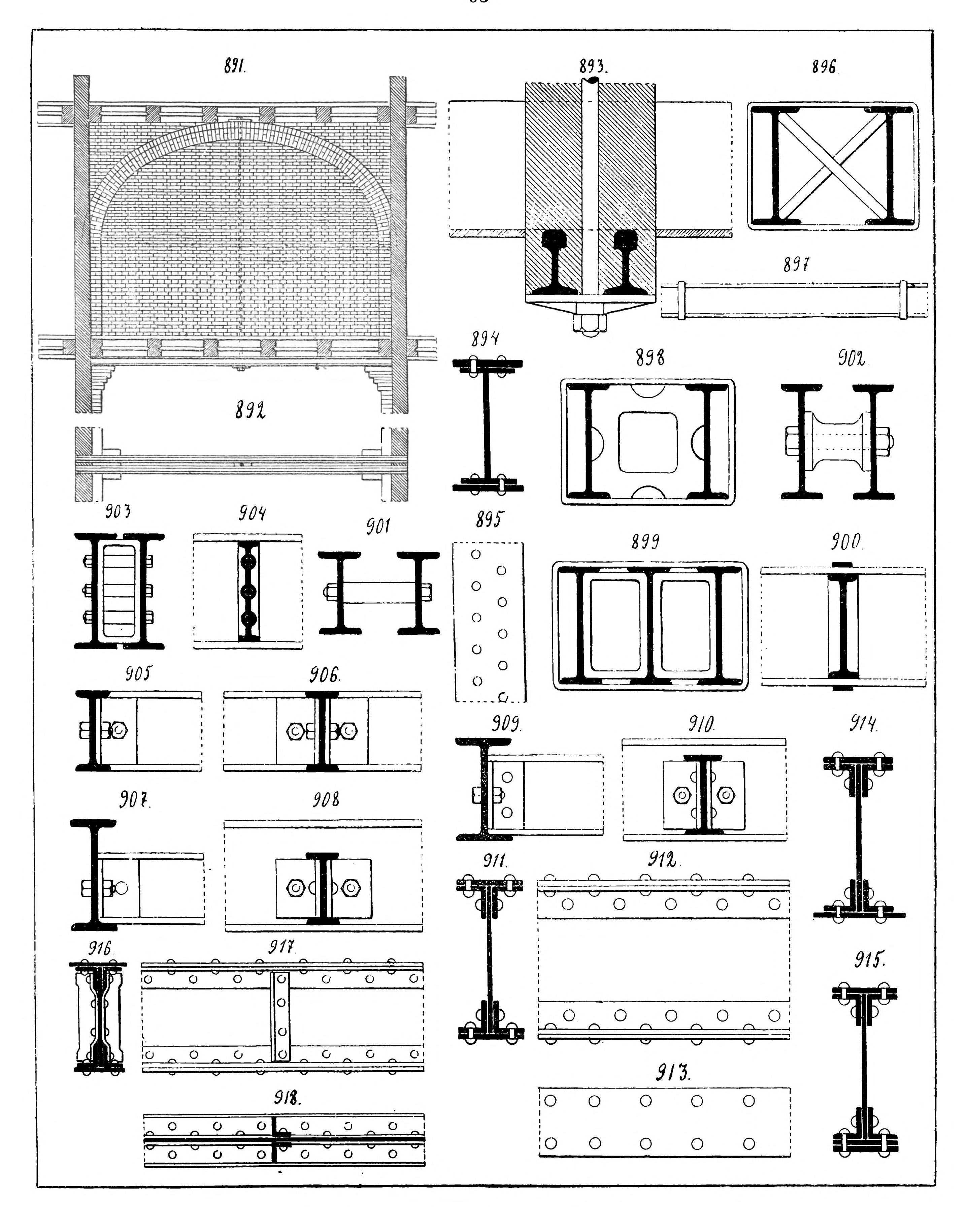

832.
833.
834.
835.
836
837.
838.
839.
840.
841.
842.

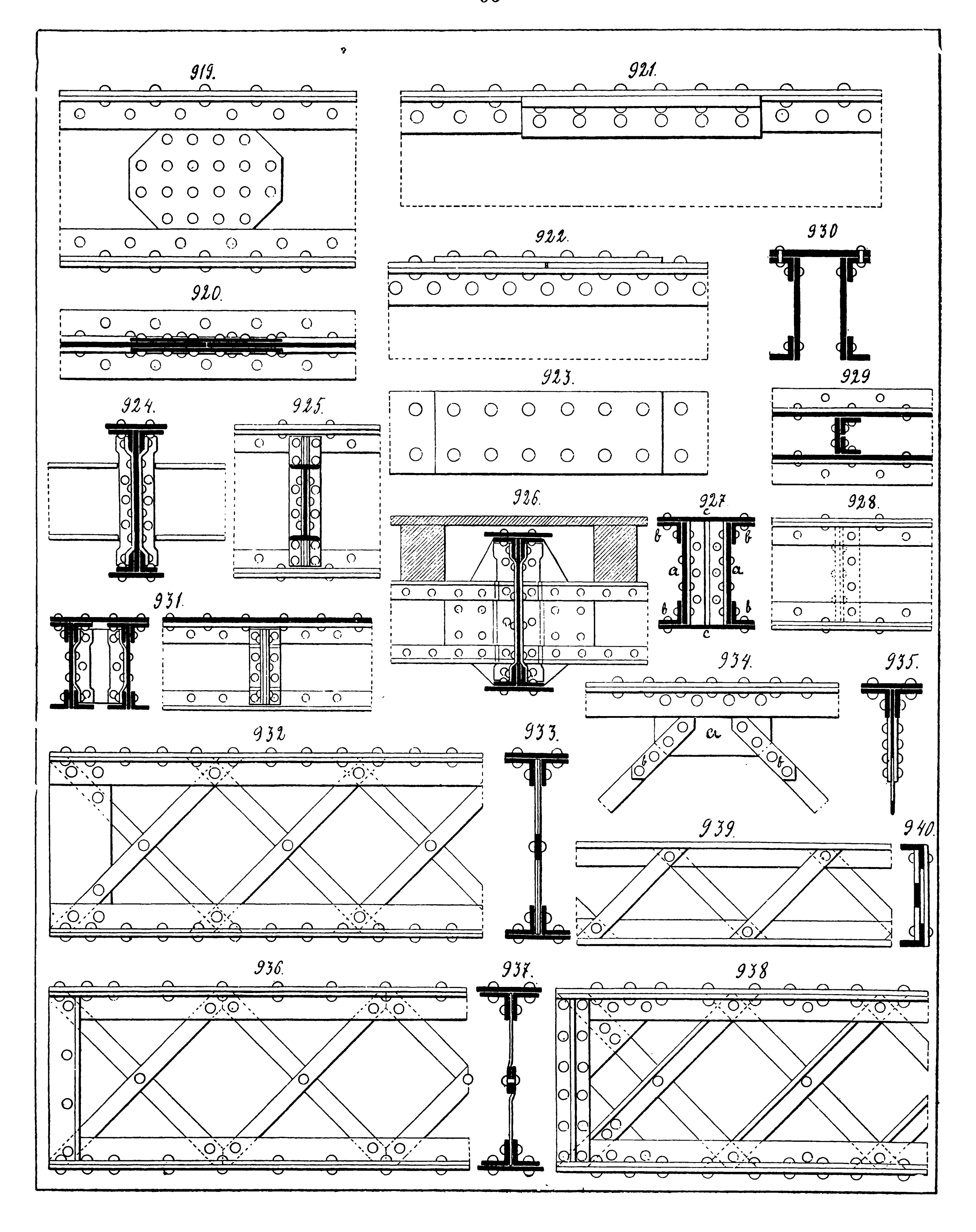

4a.
4b.
3a.
5a.
2a.
2b.
4c.
3b.
5b.
2c
9a.
1a.
10a.
12b.
12a.
11a.
11b.
12c.
11c.
11d.
1b
9b.
7a.
6a.
6b.
8a.
10b.
7b.
8b.

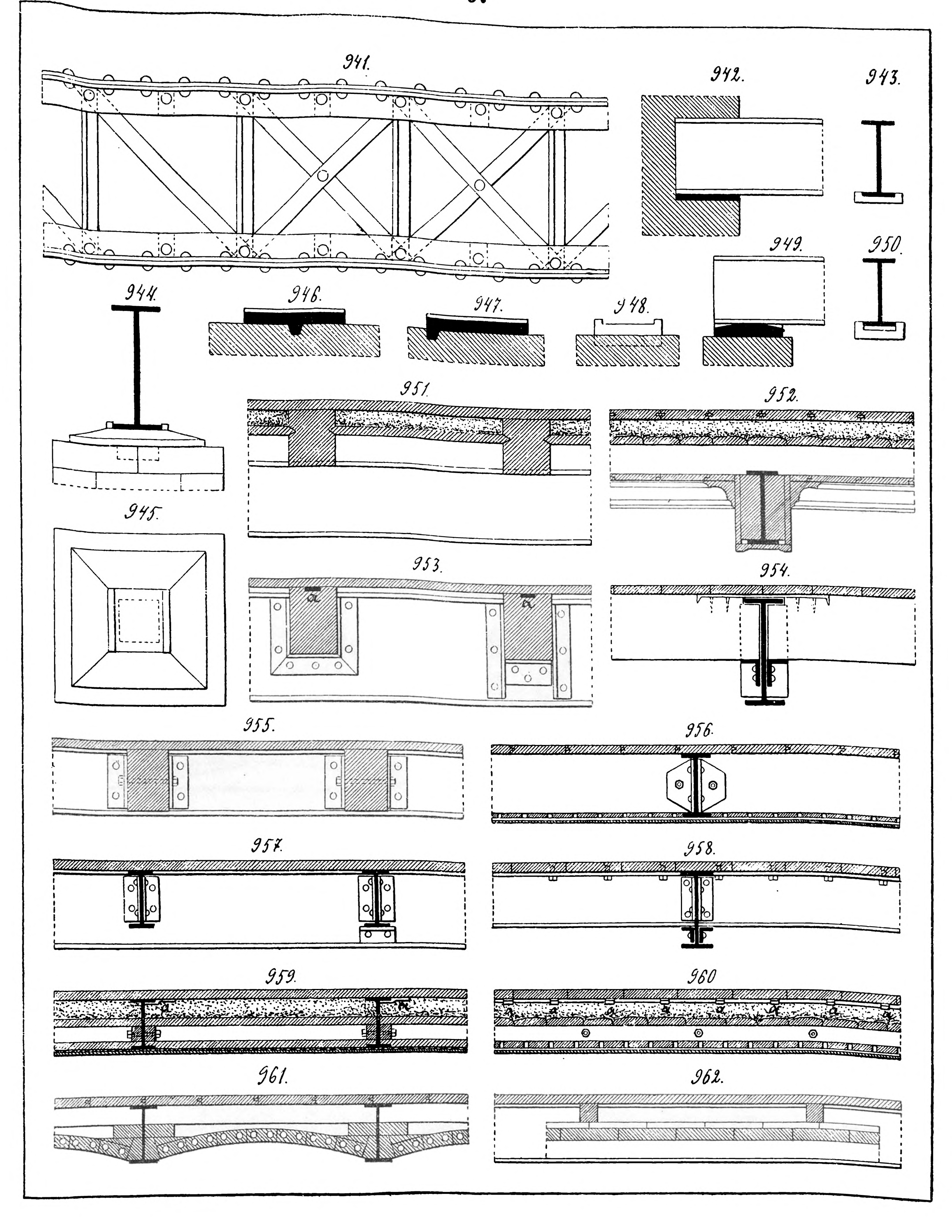

843.
844.
849.
850.
845.
846.
851.
852
853
854.
855.
856.
847.
848.
857.
858.
860.
859.
861.
862

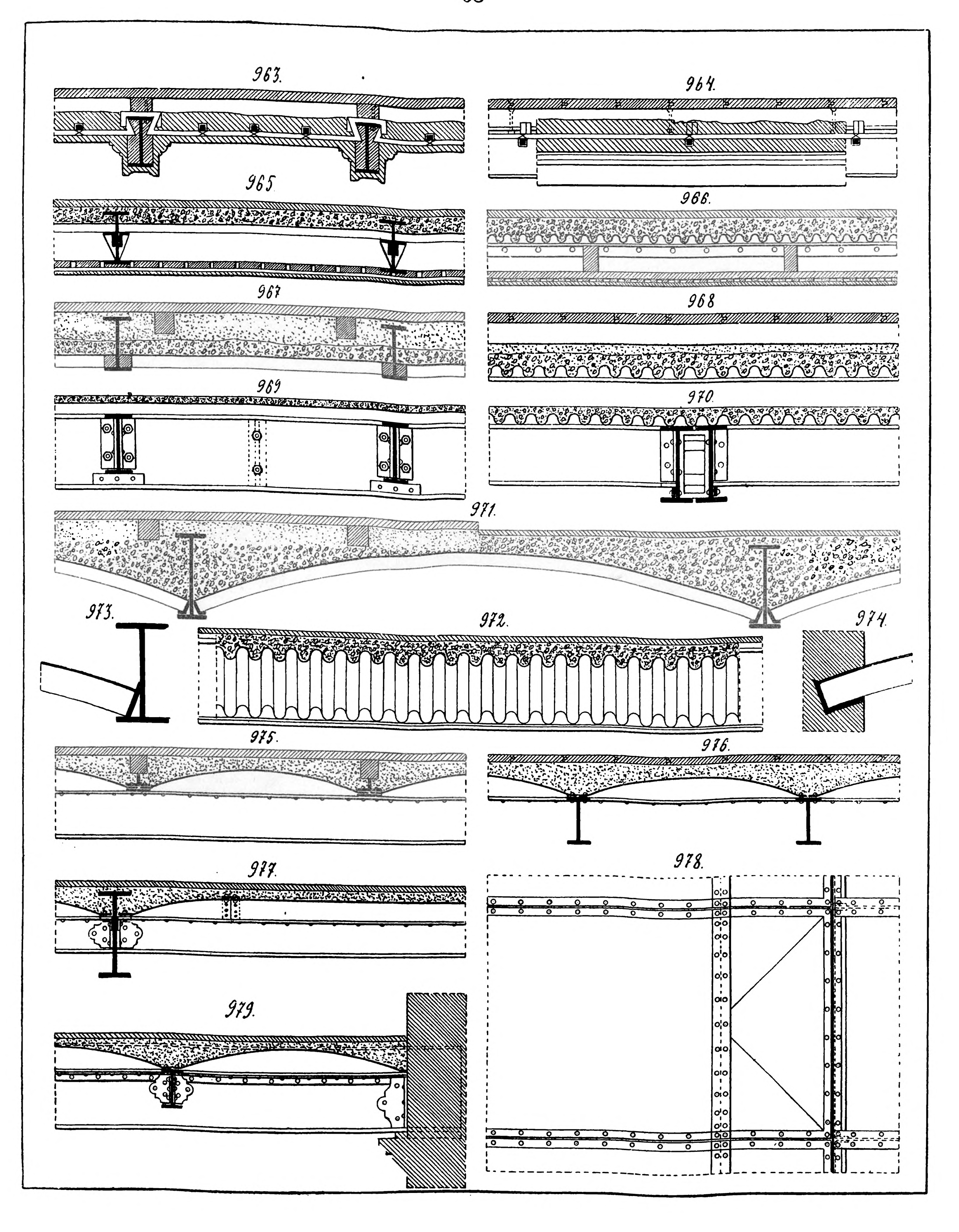

863.
866.
864.
865.
867.
868.
869.
870.
871.
872.
873.
874.
875.
876.
a
b

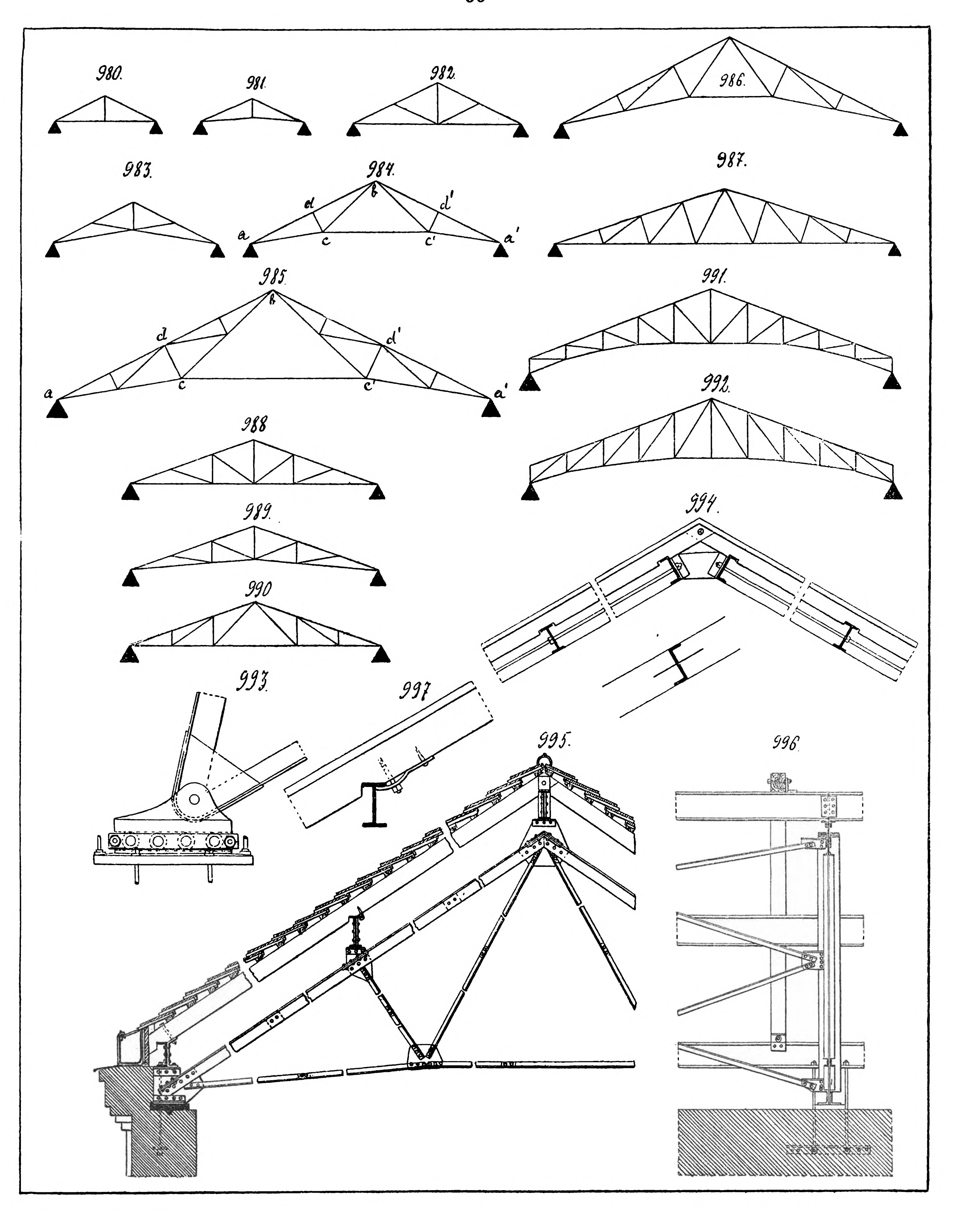

877.
878.
879.
880.
881.
882.
883.
886.
884.
885.
887.
890.
888
889.
b
c
c
b
c
c
d
d
d
a
d
m
m

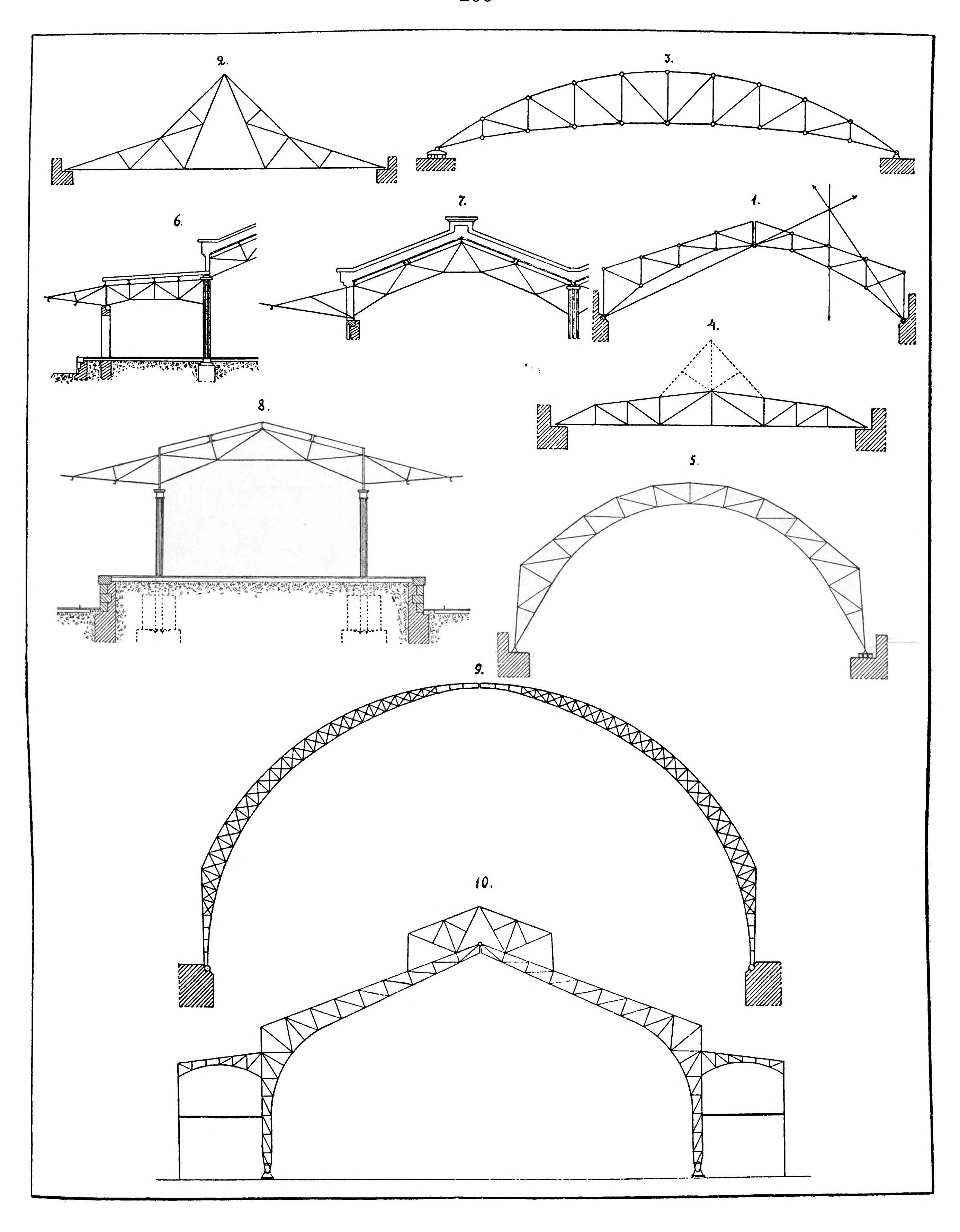

891.
892
893.
894
895
896.
897
898
899
900.
901
902
903
904
905
906.
907.
908
909.
910.
911.
912.
913.
914.
915.
916.
917.
918.


919.
921.
922.
930
920.
923.
929
924.
925.
926.
927.
928.
931.
934.
935.
932
933.
939.
940.
936.
937.
938

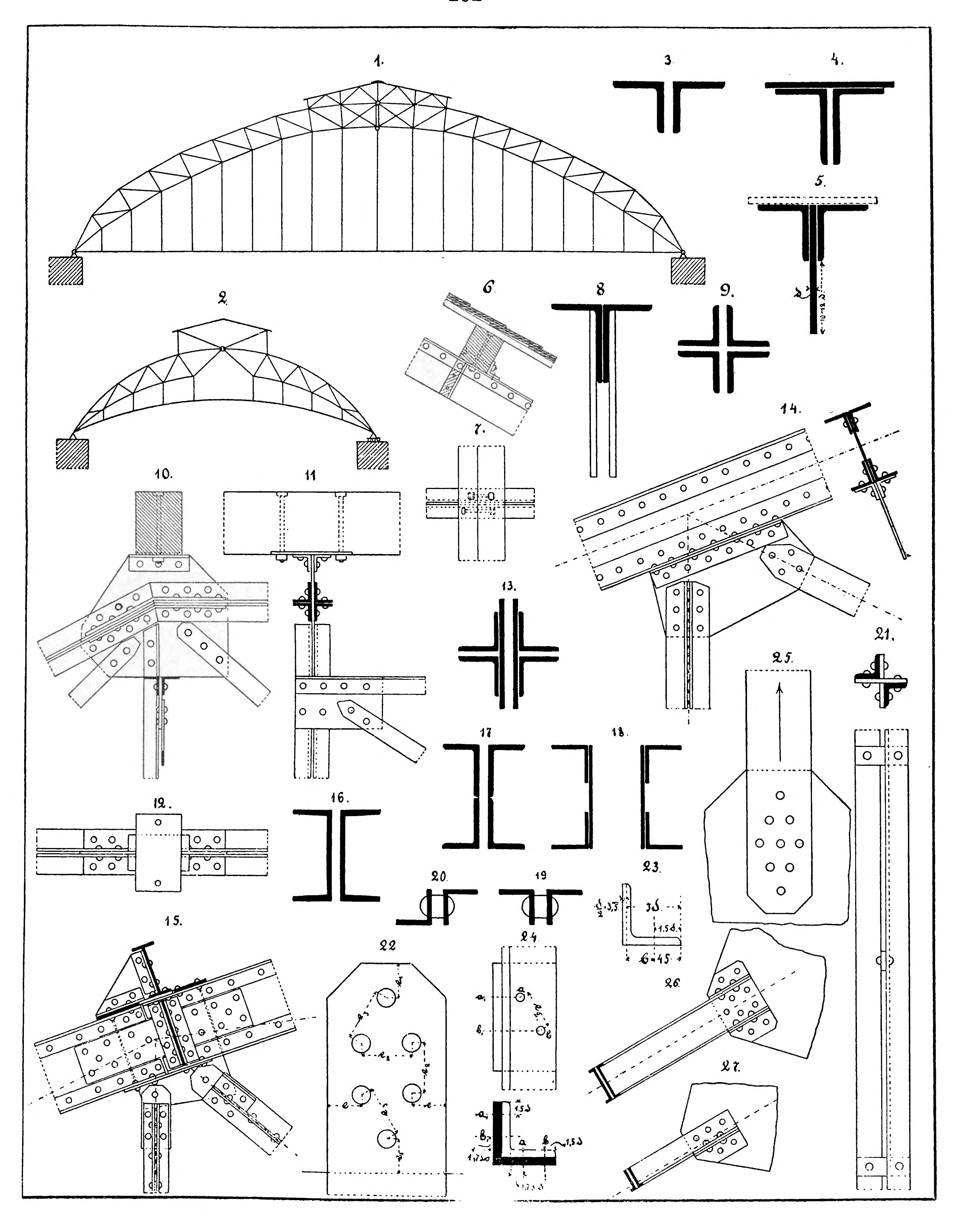

941.
942.
943.
944.
945.
946.
947.
948.
949.
950.
951.
952.
953.
954.
955.
956.
957.
958.
959.
960.
961.
962.

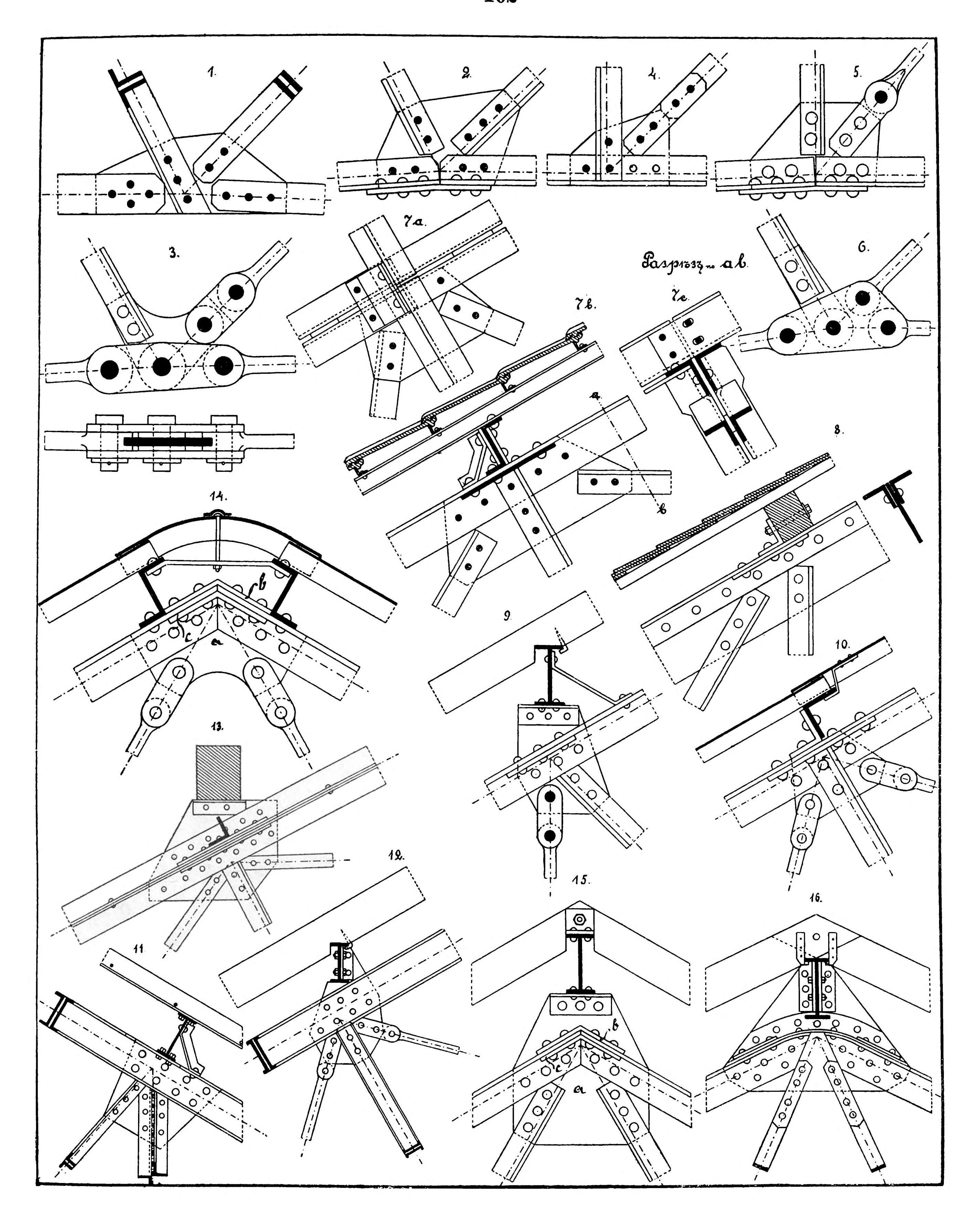

963.
964.
965.
966.
967.
968.
969.
970.
971.
973.
972.
974.
975.
976.
977.
978.
979.

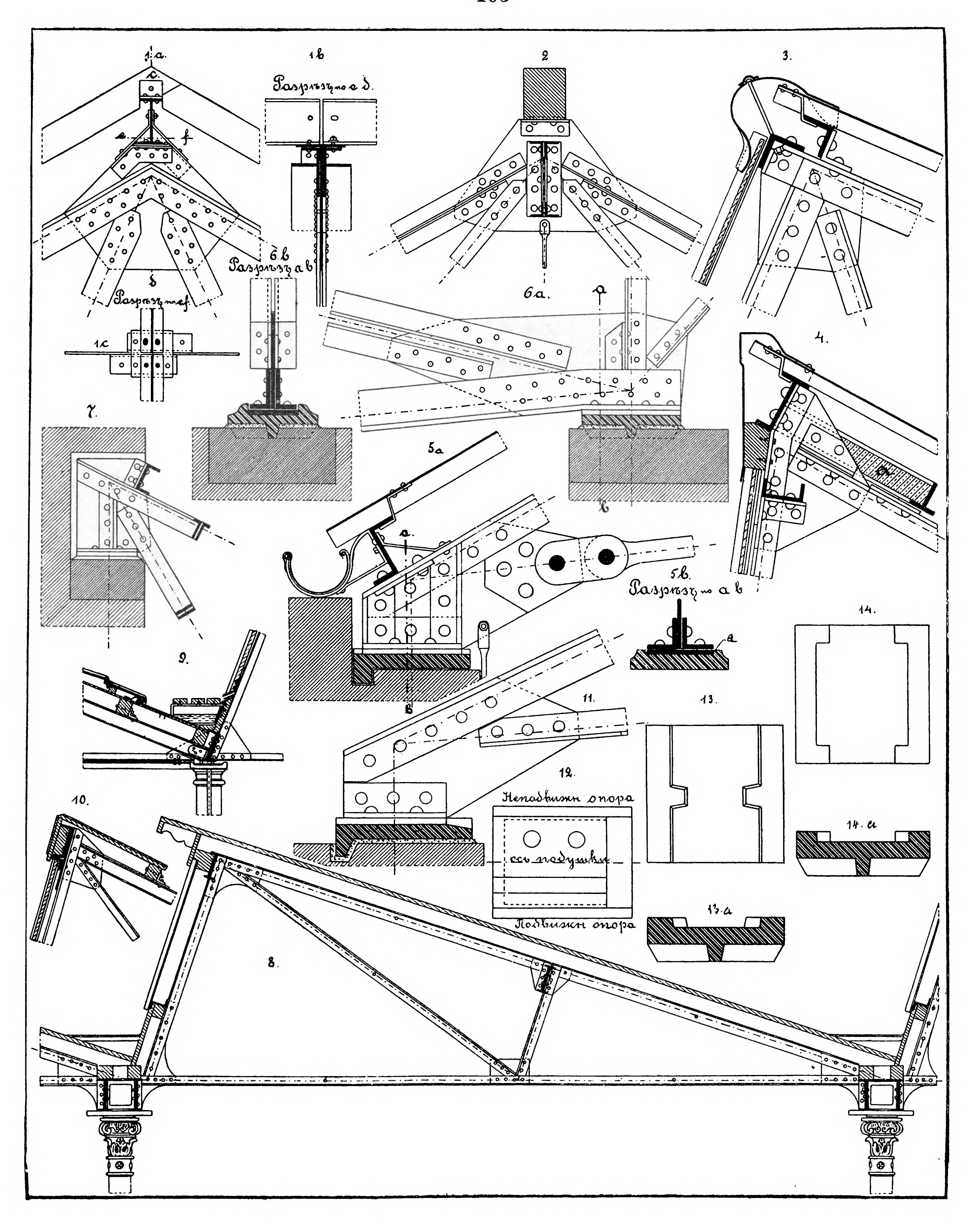

980.
981.
982.
986.
983.
984.
a
d
b
d'
a'
c
c'
987.
985.
991.
992.
988
989.
990
994.
993.
997
995.
996.

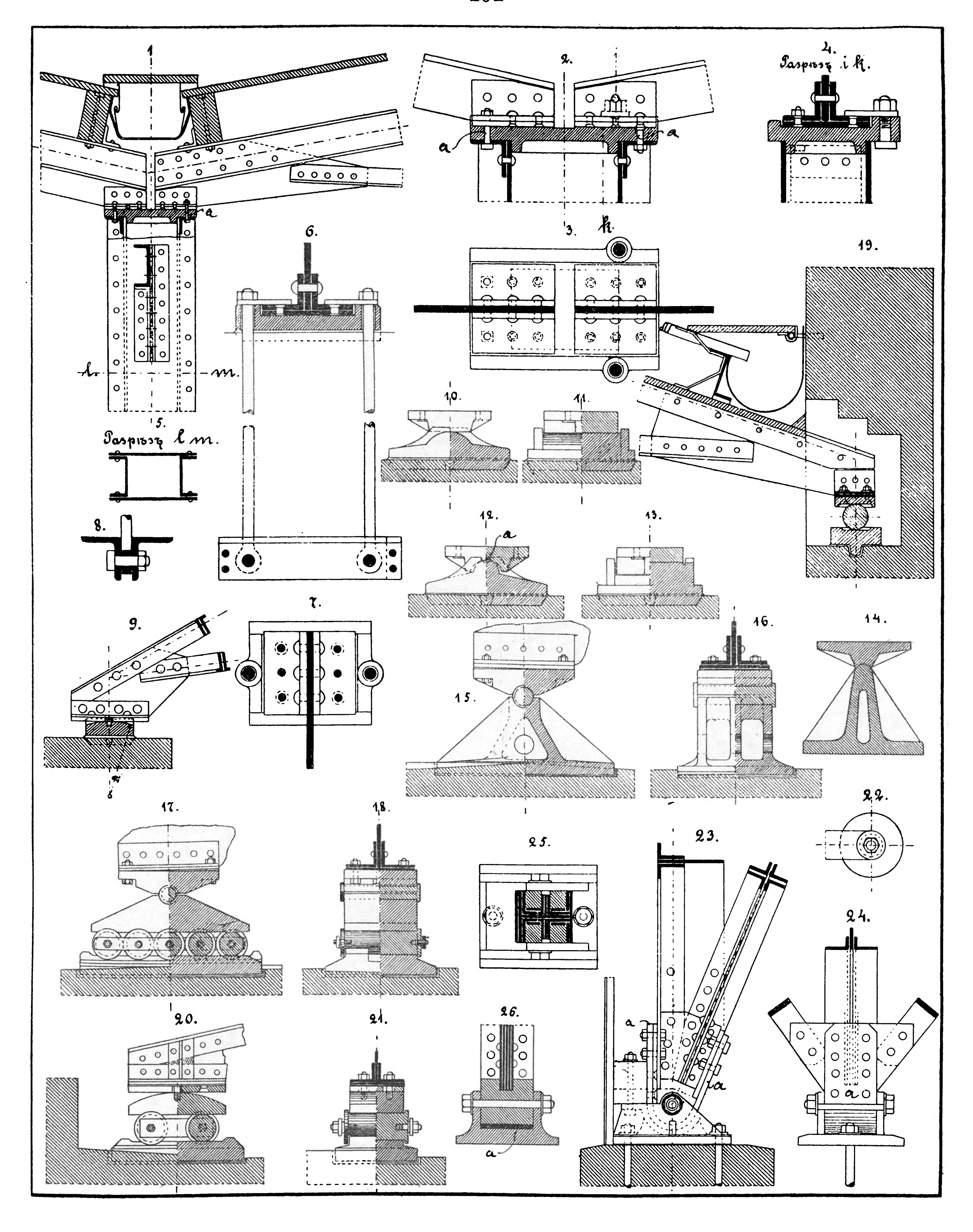


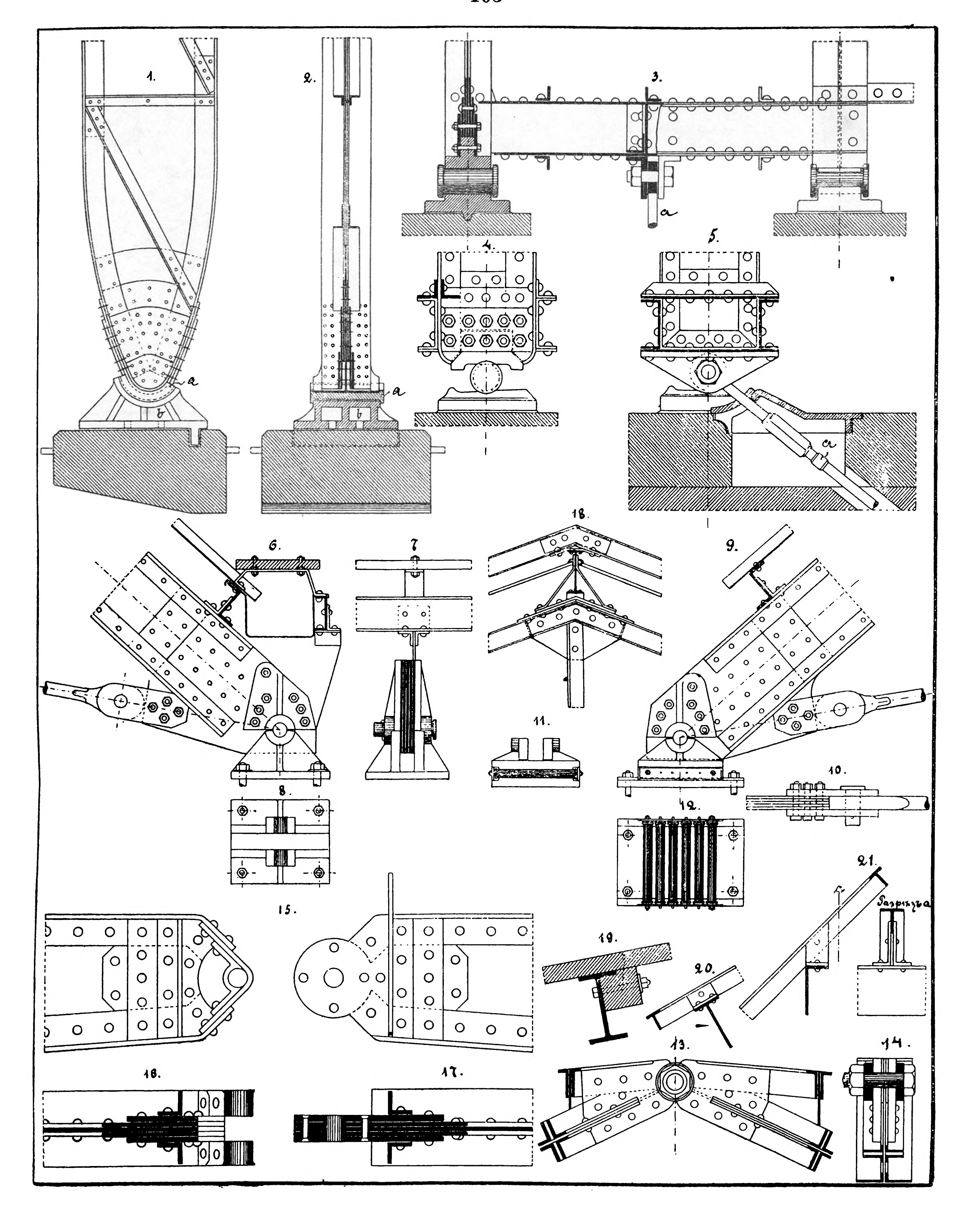
2.
3.
6.
7.
1.
4.
8.
5.
9.
10.

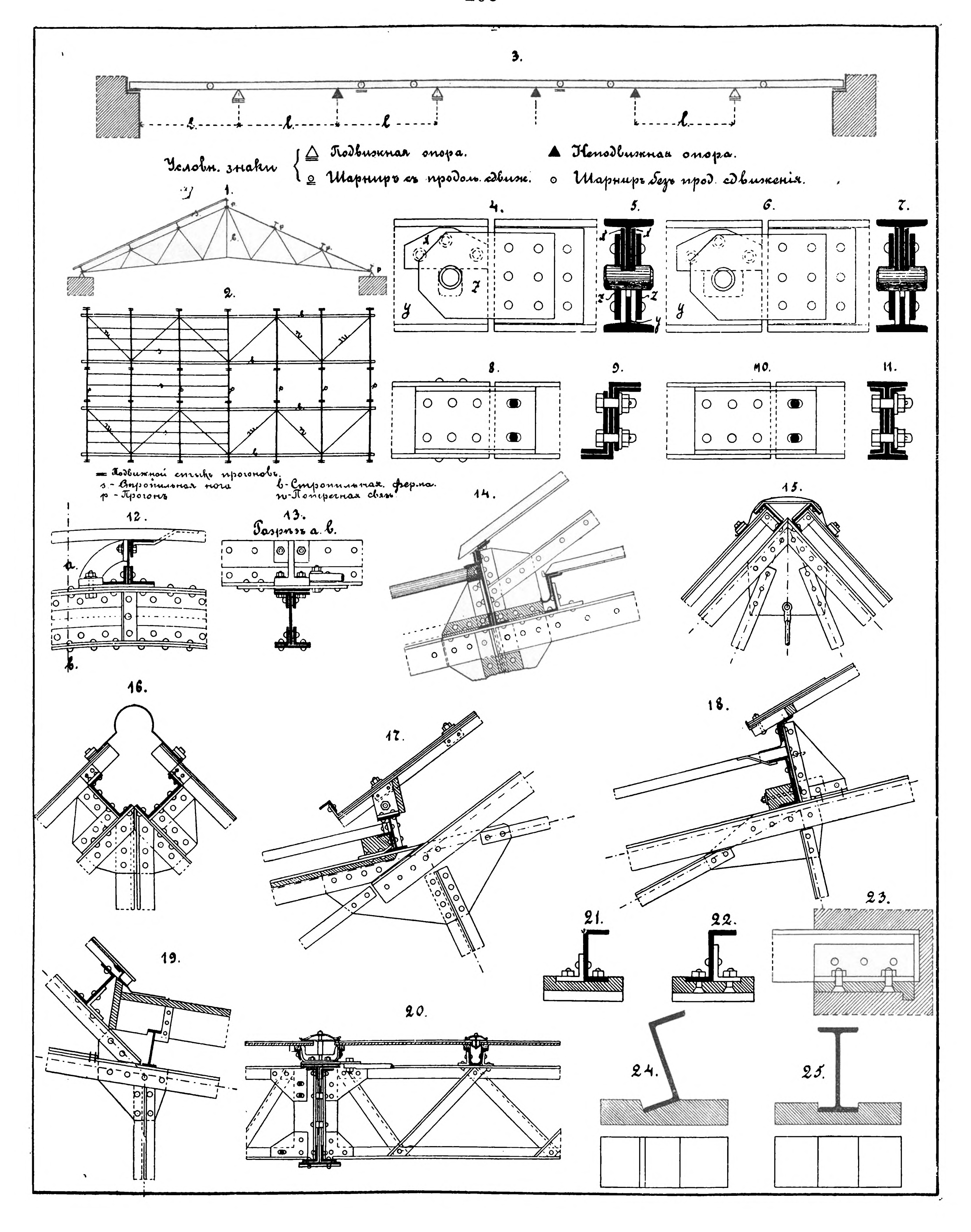

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11
12.
13.
14.
15.
16.
17
18.
19
20.
21.
22
23.
24
25.
26.
27.


1.
2.
4.
5.
3.
7a.
Rasprzęno a b.
7b.
7c.
6.
8.
14.
9.
10.
13.
12.
15.
16.
11

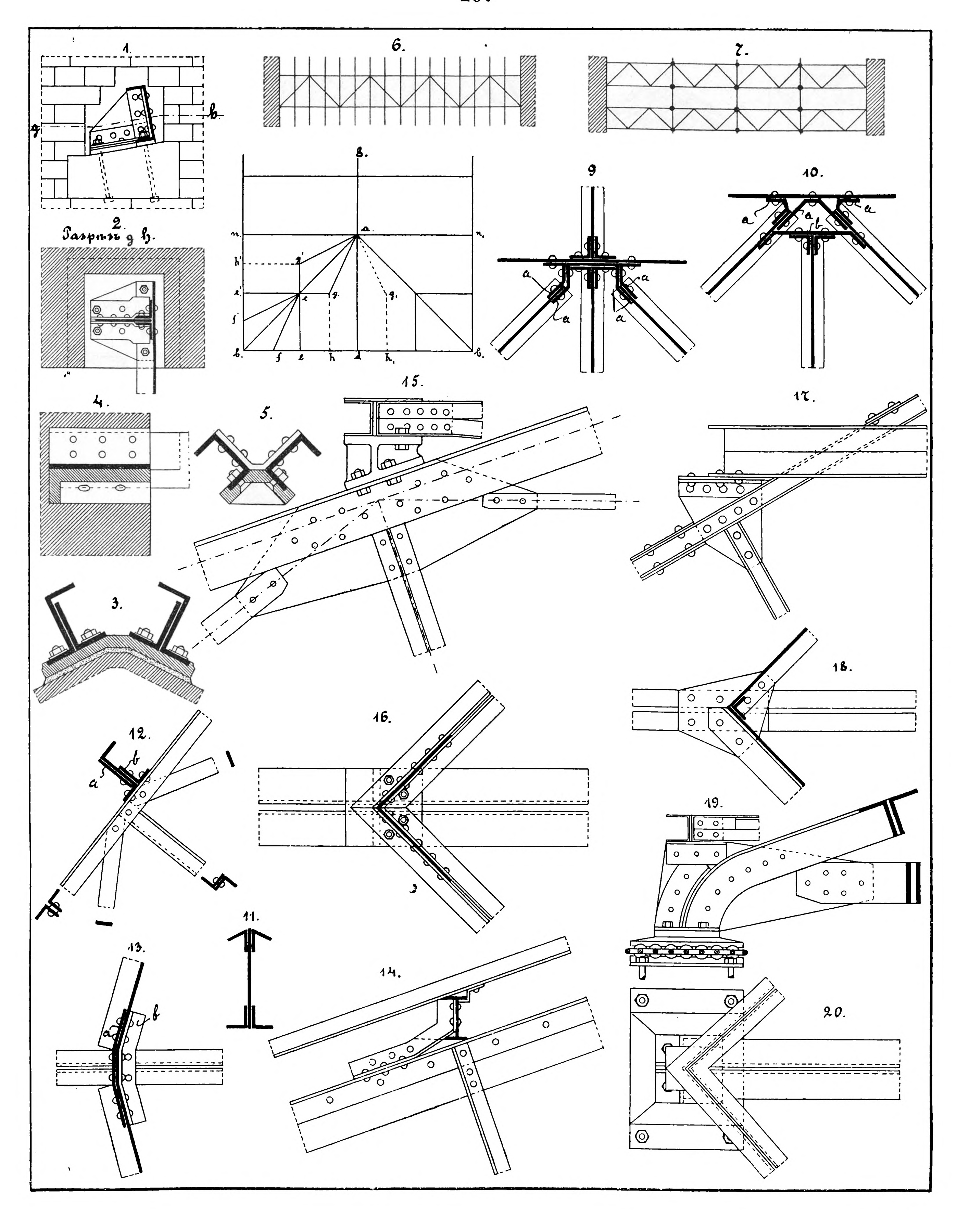

1 a.
1 b
Разрѣзъ по c d.
2
3.
6 b
Разрѣзъ a b
Разрѣзъ по e f.
1 c
6 a.
4.
7.
5 a
5 b.
Разрѣзъ по a b
14.
9.
11.
13.
12.
Неподвижн опора
Подвижн опора
14 a
13 a
10.
8.

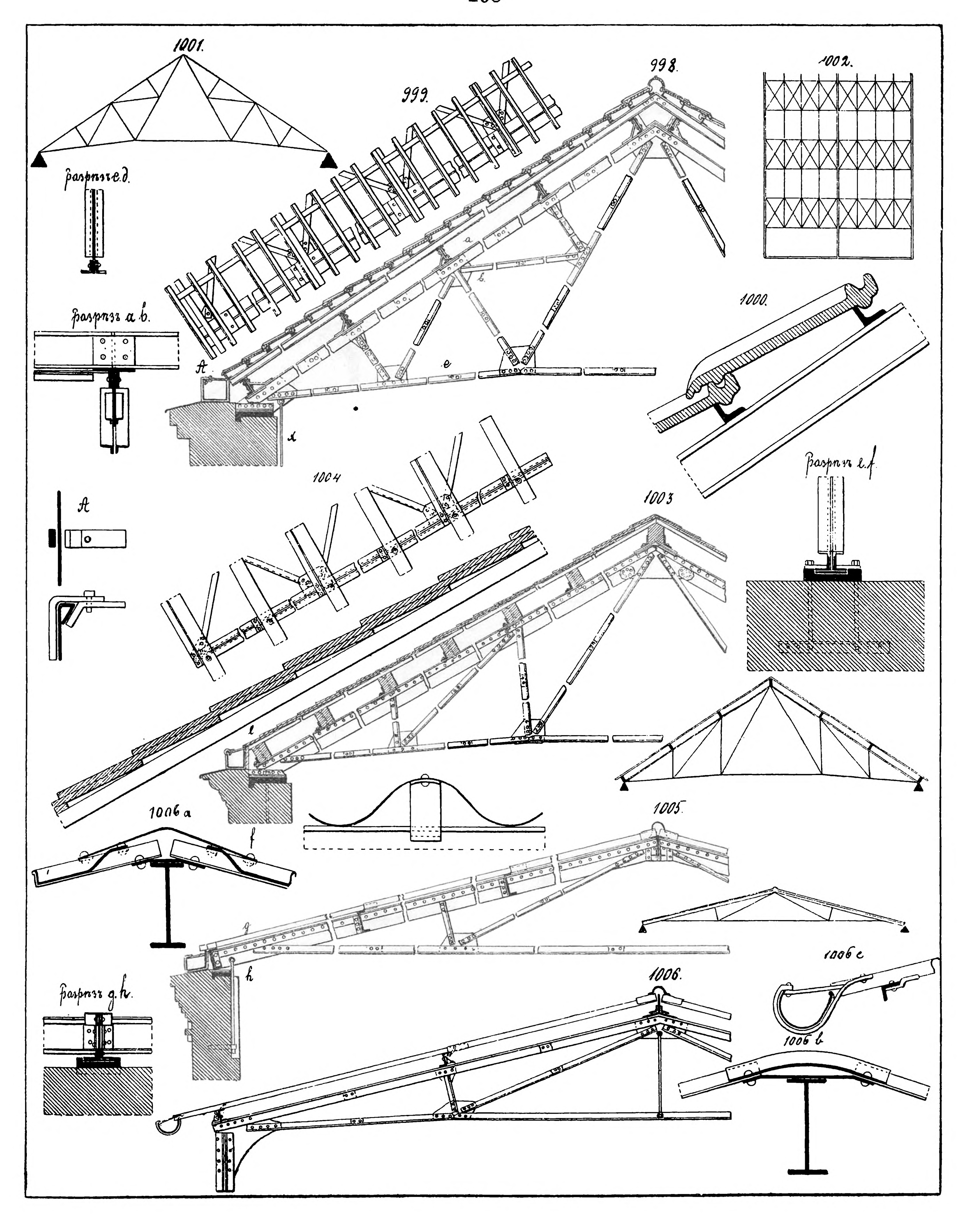

1
2.
4.
Paspiecz i k.
a
a
a
3.
k.
6.
19.
l.
m.
5.
Paspiecz l m.
10.
11.
8.
12.
a
13.
9.
7.
16.
14.
15.
17.
18.
22.
25.
23.
24.
20.
21.
26.
a
a
a
a


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
a
b

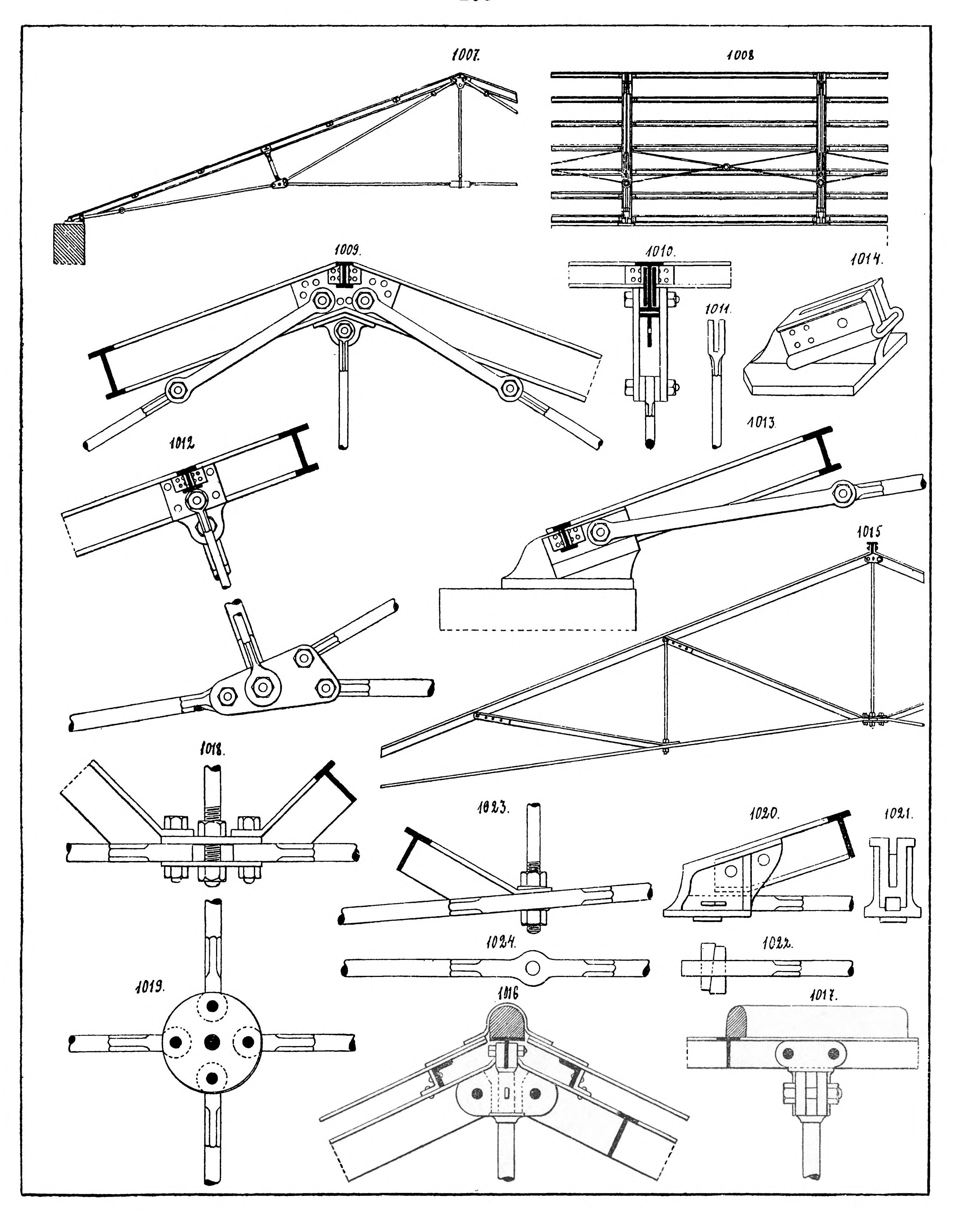


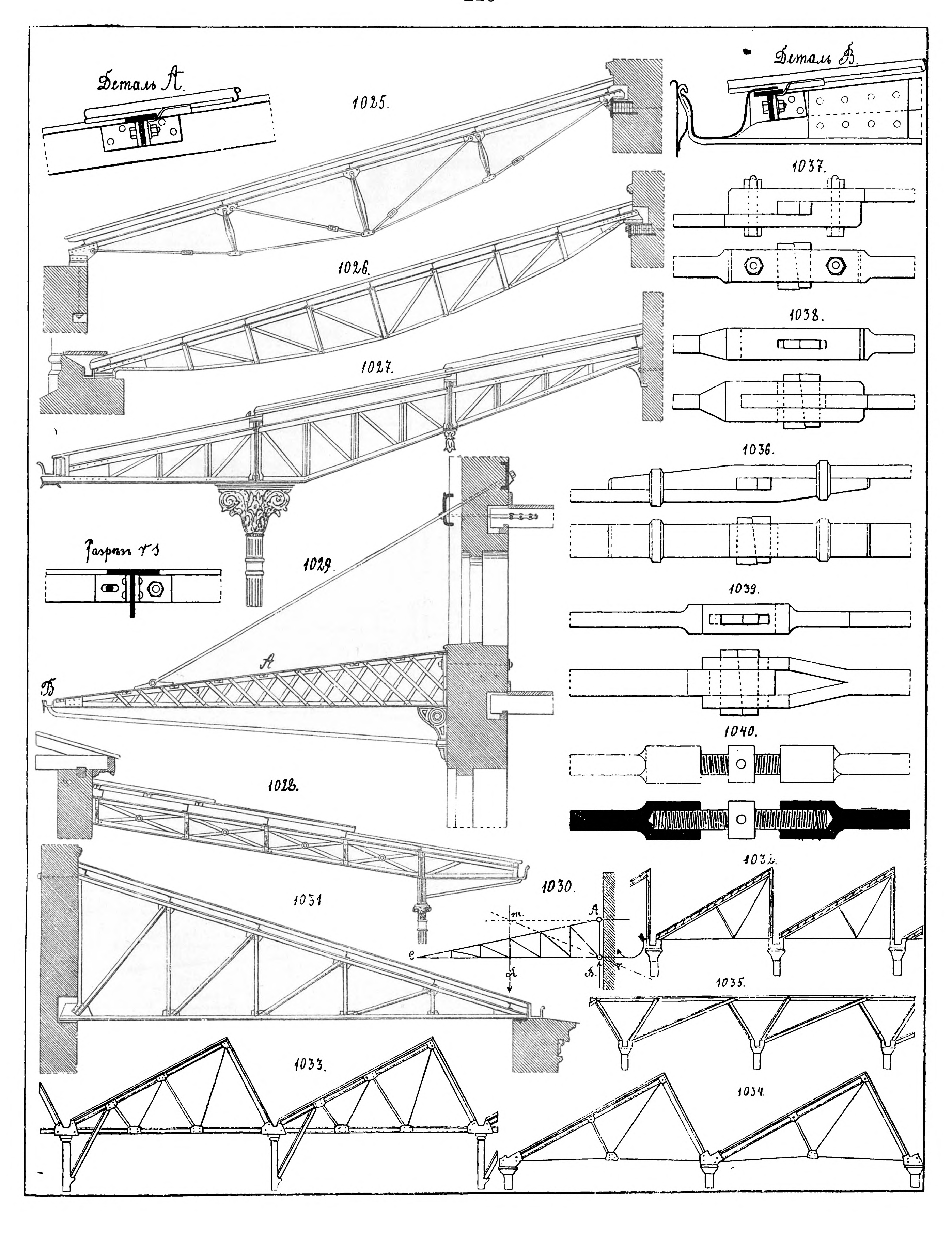
3.
Условн. знаки
Подвижная опора.
Неподвижная опора.
Шарниръ съ продоль. сдвиж.
Шарниръ безъ прод. сдвиженія.
1.
2.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
= Подвижной стыкъ прогоновъ.
s - Стропильная нога
p - Прогонъ
b - Стропильная ферма.
w - Поперечная связь.
12.
13.
Разрѣзъ a. b.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.


1.
2.
Разрѣзъ g h.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.

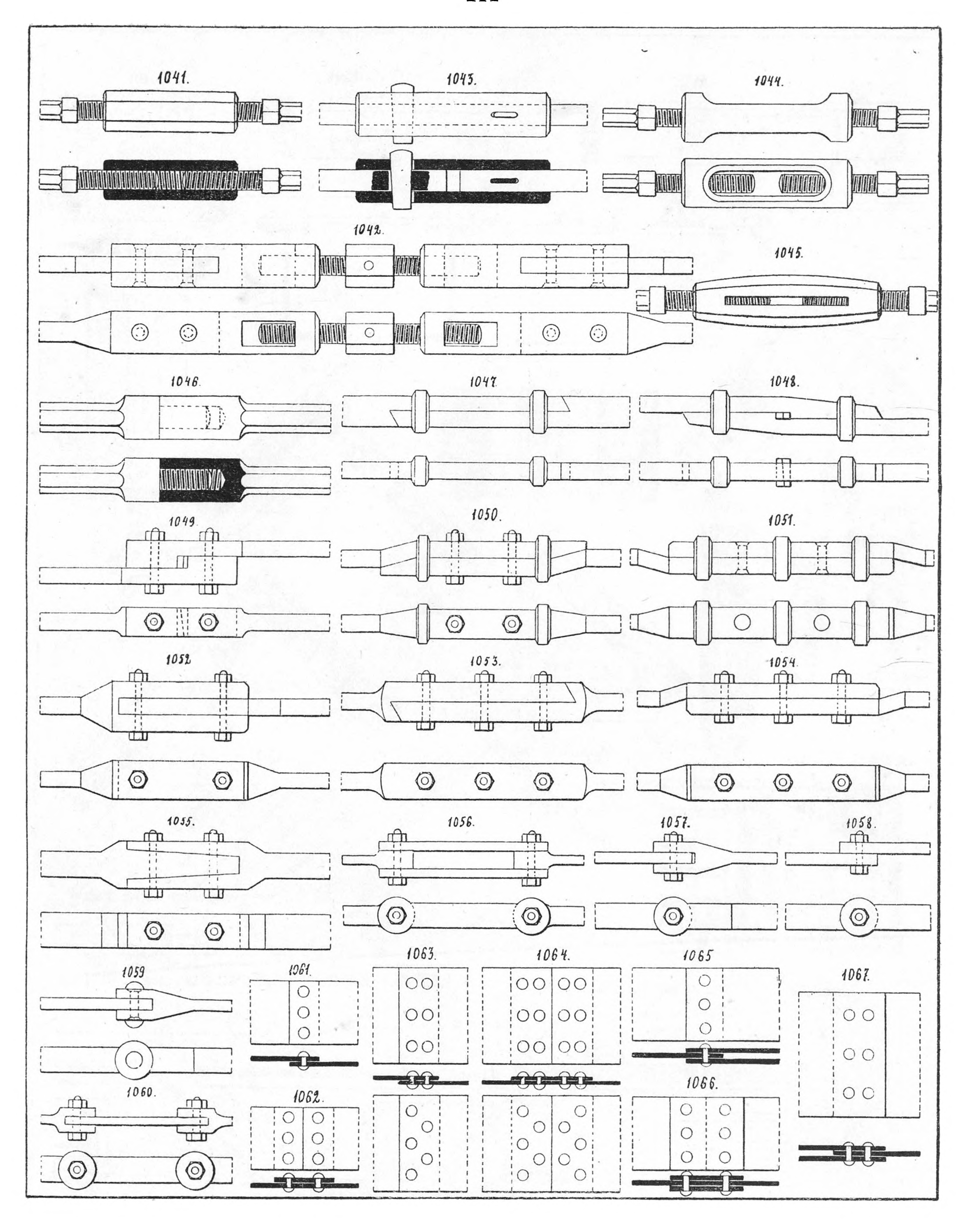


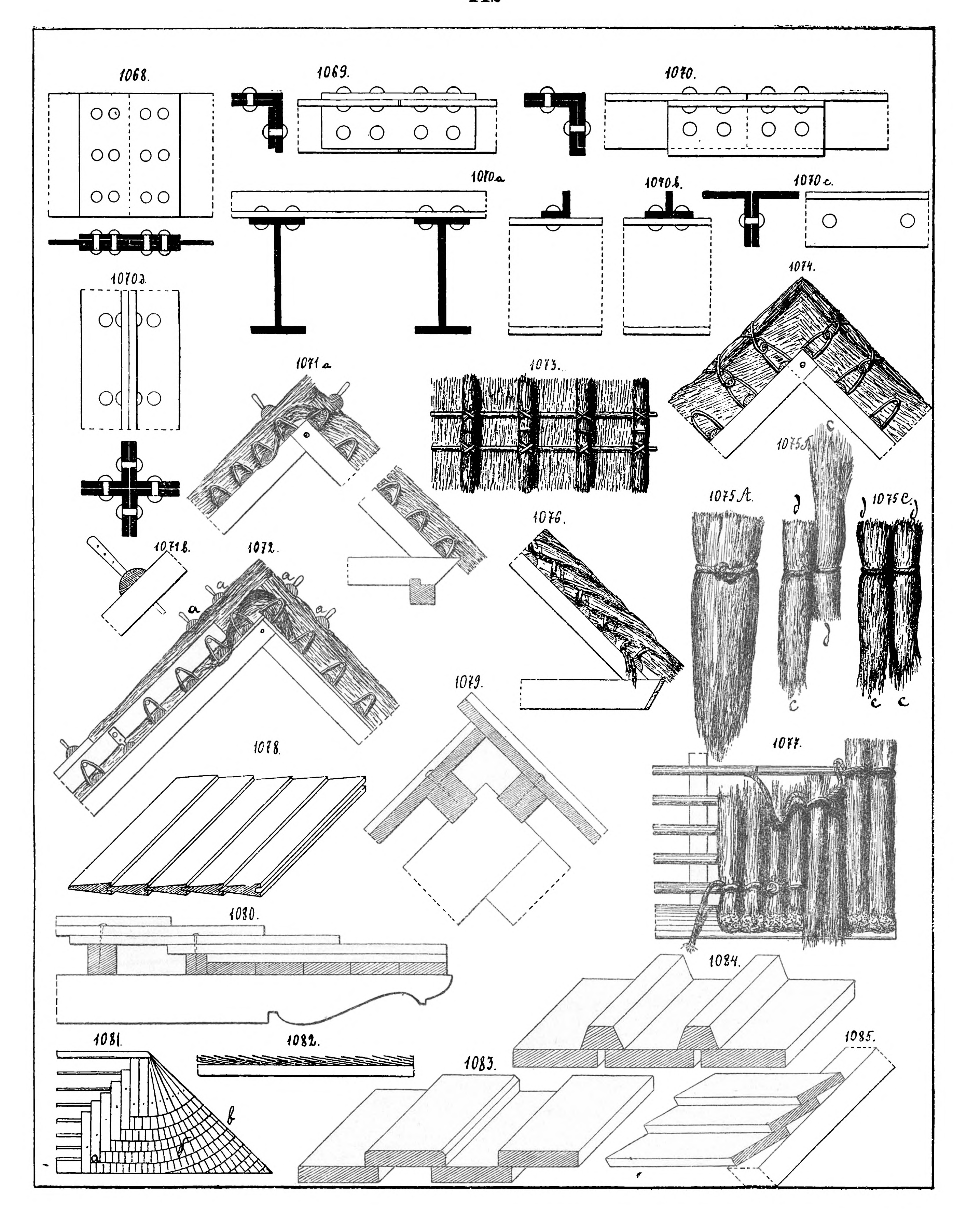
1001.
998.
999.
1002.
Разрѣзъ c.d.
Разрѣзъ a b.
1000.
A
e
1004
1003
Разрѣзъ e.f.
A
1006 a
1005.
Разрѣзъ g. h.
h
1006.
1006 c
1006 b

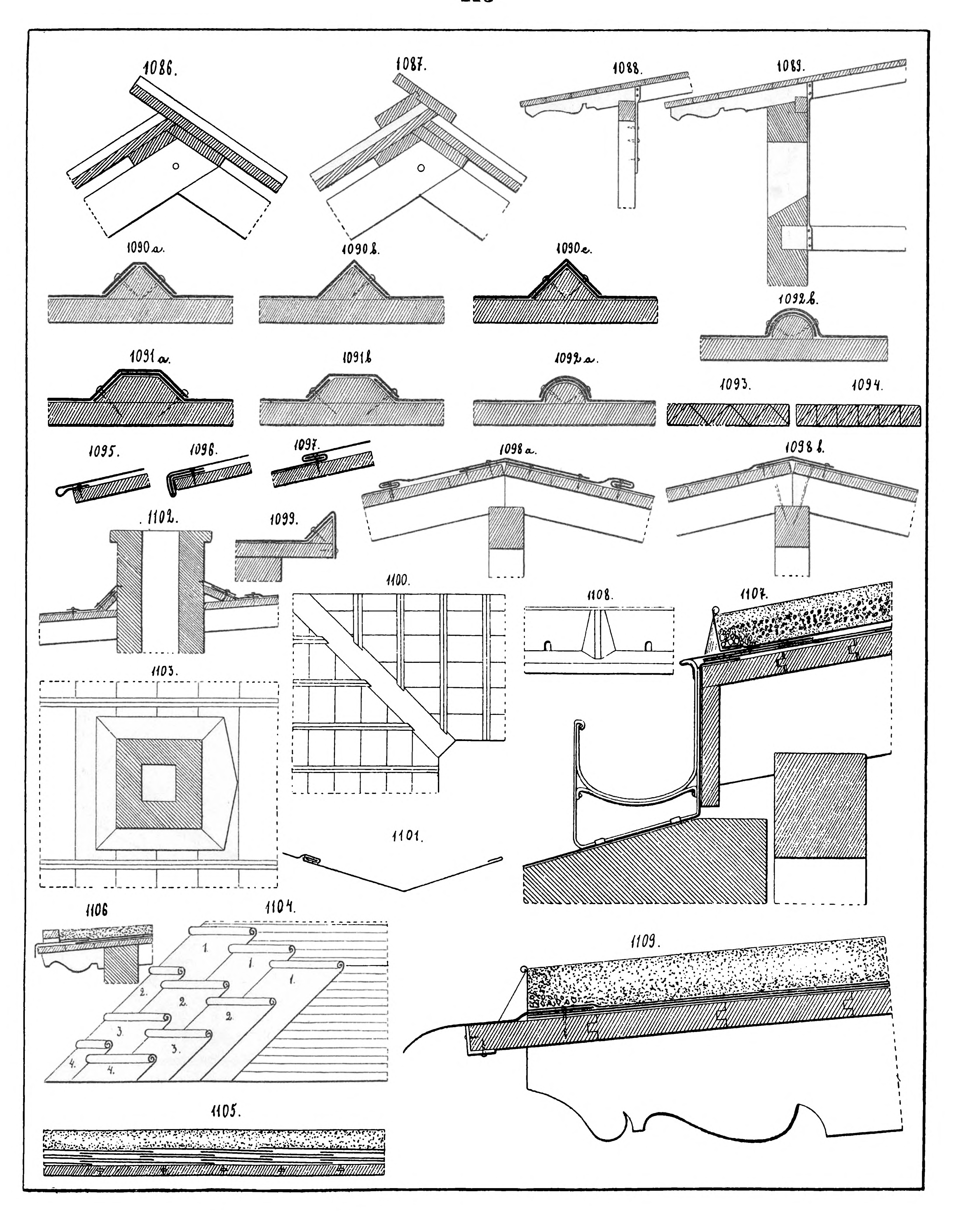

1007.
1008
1009.
1010.
1011.
1014.
1012
1013.
1015
1018.
1023.
1020.
1021.
1024.
1022.
1019.
1016
1017.



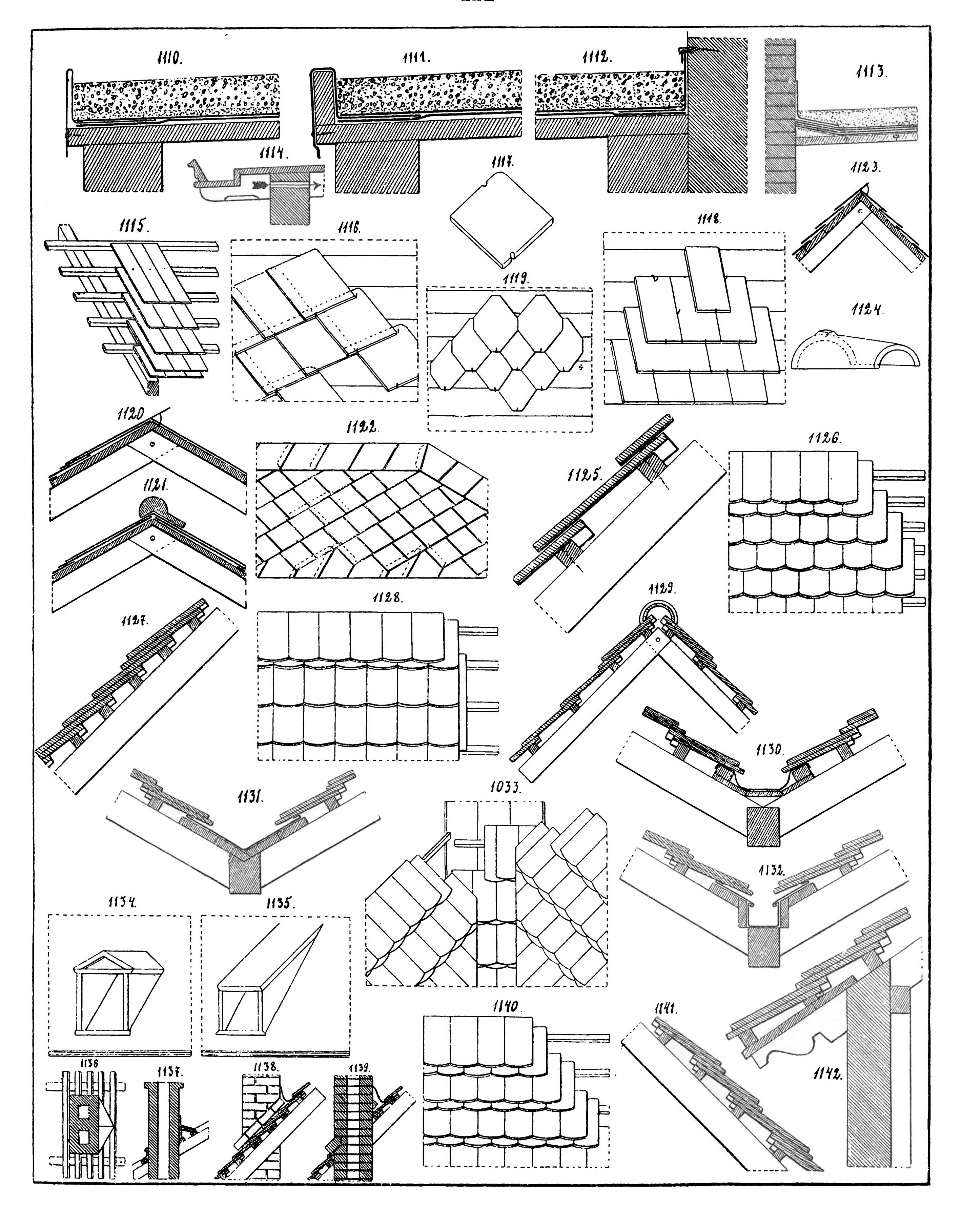
Деталь А.
1025.
Деталь Б.
1037.
1026.
1038.
1027.
1036.
Разрѣзъ ХS
1029.
1039.
А
Б
1040.
1028.
1032.
1030.
1031
m.
А
с
А
Б.
1035.
1033.
1034.

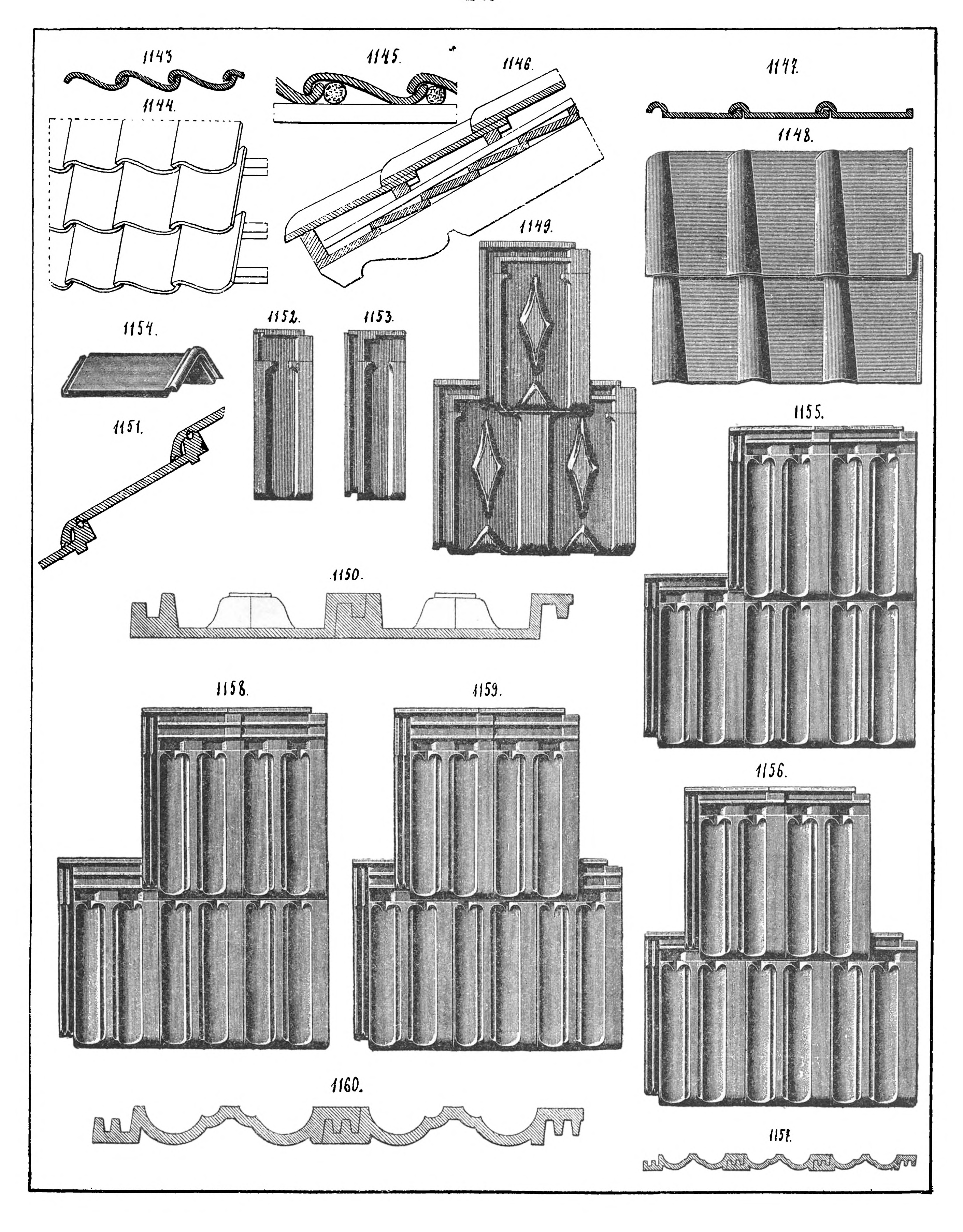

1041.
1043.
1044.
1042.
1045.
1046.
1047.
1048.
1049.
1050.
1051.
1052.
1053.
1054.
1055.
1056.
1057.
1058.
1059
1061.
1063.
1064.
1065
1067.
1060.
1062.
1066.

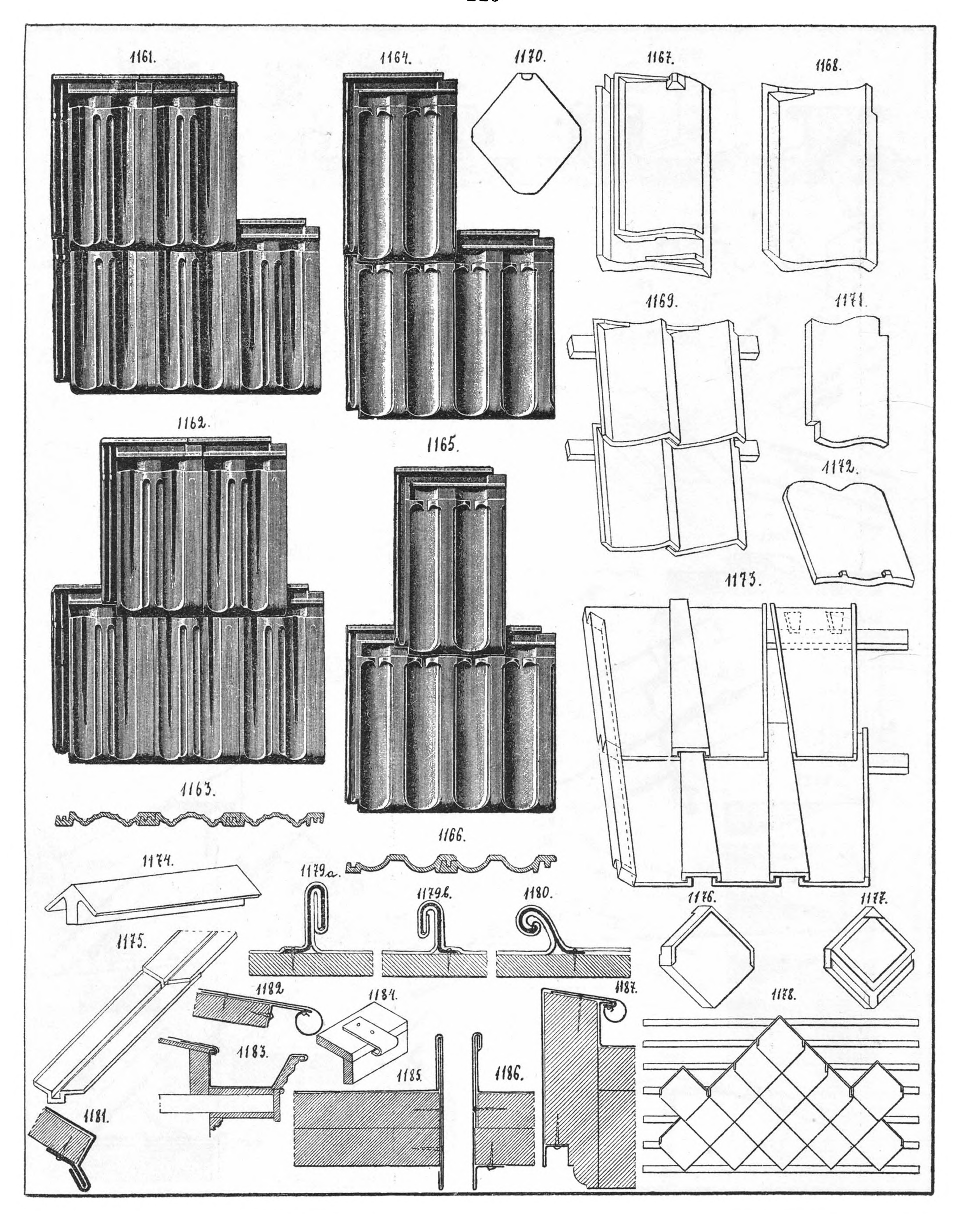

1068.
1069.
1070.
1070a
1070b.
1070c.
1070d.
1071a
1071b.
1072.
1073.
1074.
1075A.
1075B
1075C.
1076.
1077.
1078.
1079.
1080.
1081.
1082.
1083.
1084.
1085.

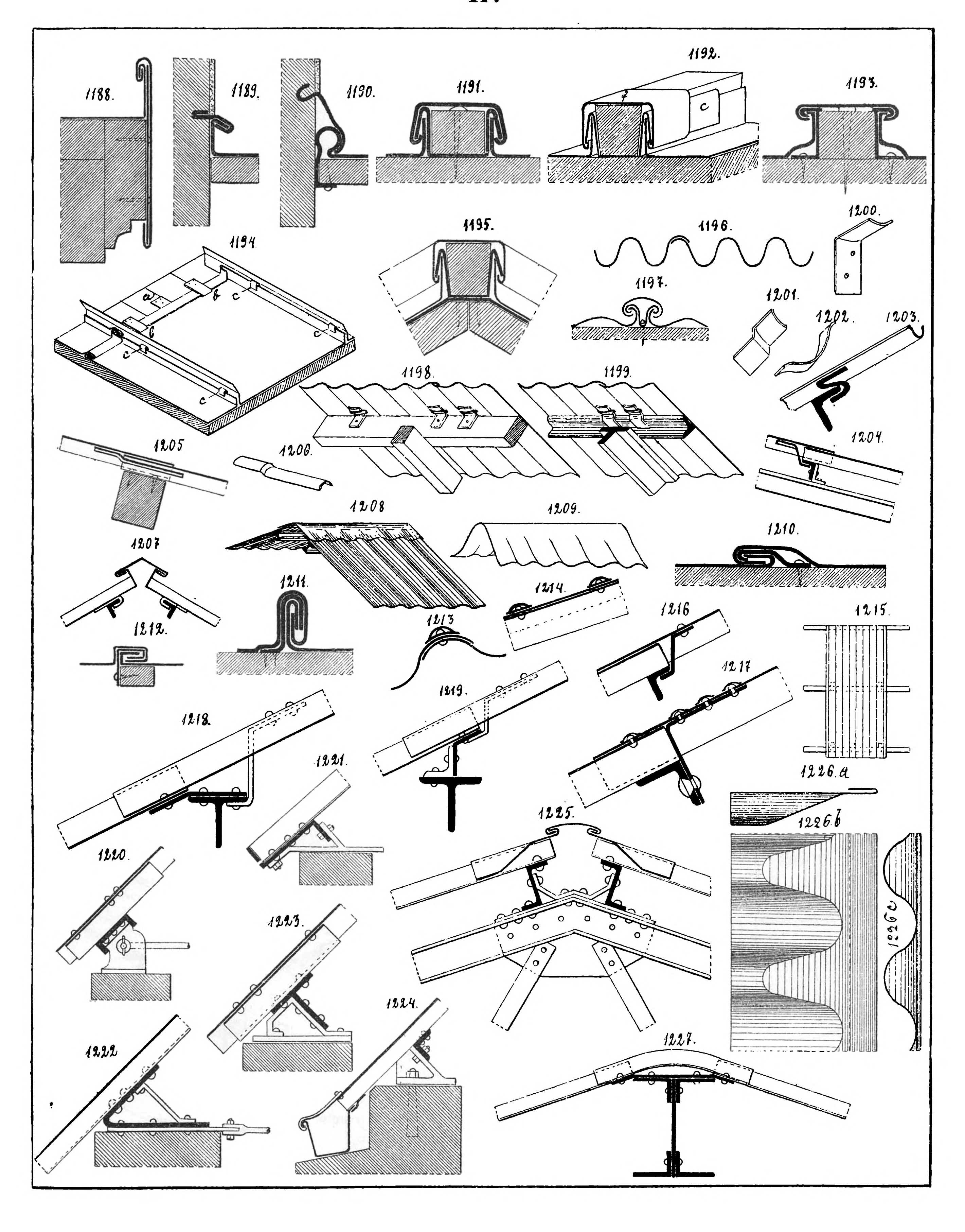


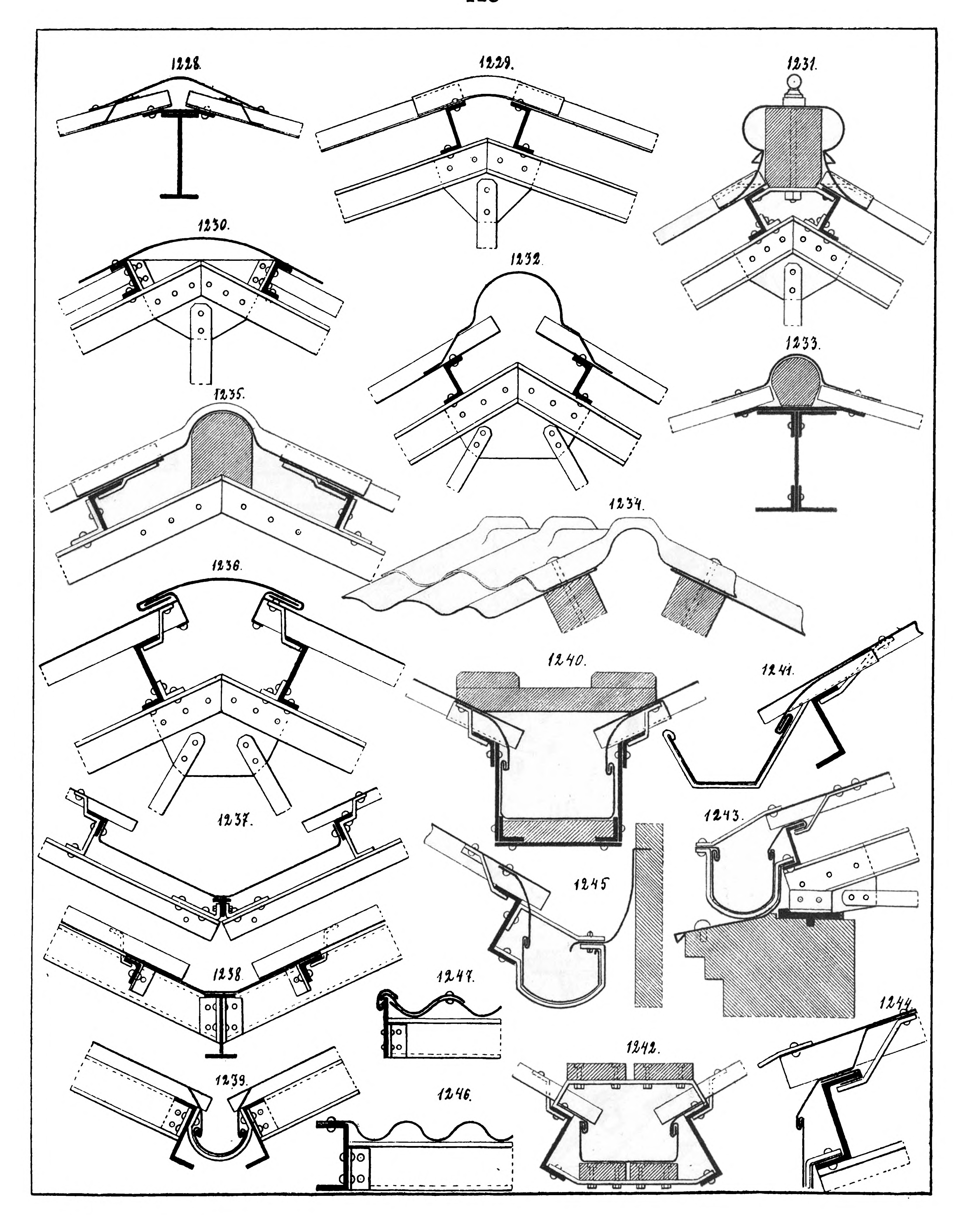
1086.
1087.
1088.
1089.
1090 a.
1090 b.
1090 c.
1091 a.
1091 b
1092 a.
1092 b.
1093.
1094.
1095.
1096.
1097.
1098 a.
1098 b.
1099.
1100.
1101.
1102.
1103.
1104.
1105.
1106
1107.
1108.
1109.
1.
2.
3.
4.

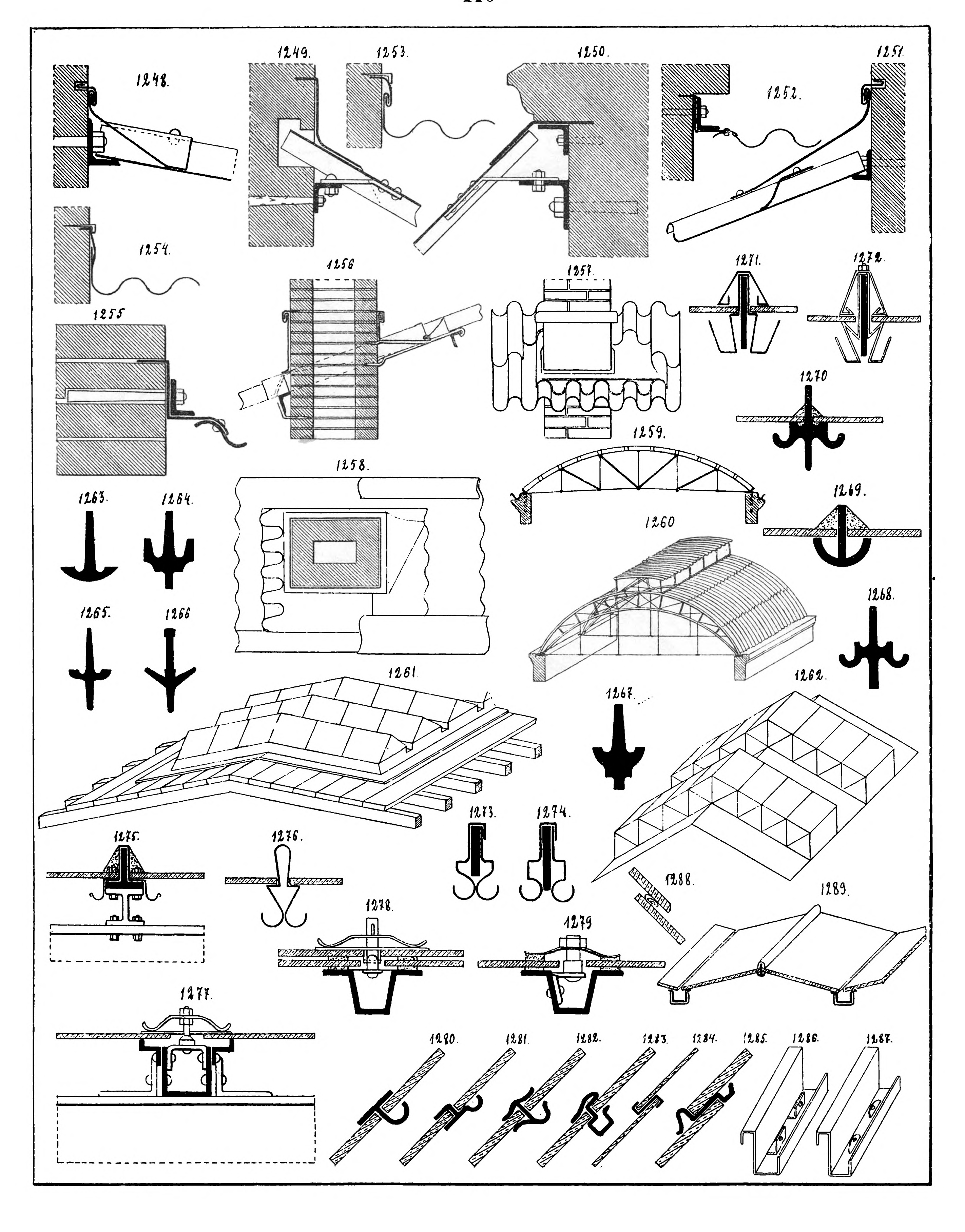

1110.
1111.
1112.
1113.
1114.
1115.
1116.
1117.
1118.
1119.
1120
1121.
1122.
1123.
1124.
1125.
1126.
1127.
1128.
1129.
1130.
1131.
1132.
1033.
1134.
1135.
1136
1137.
1138.
1139.
1140.
1141.
1142.

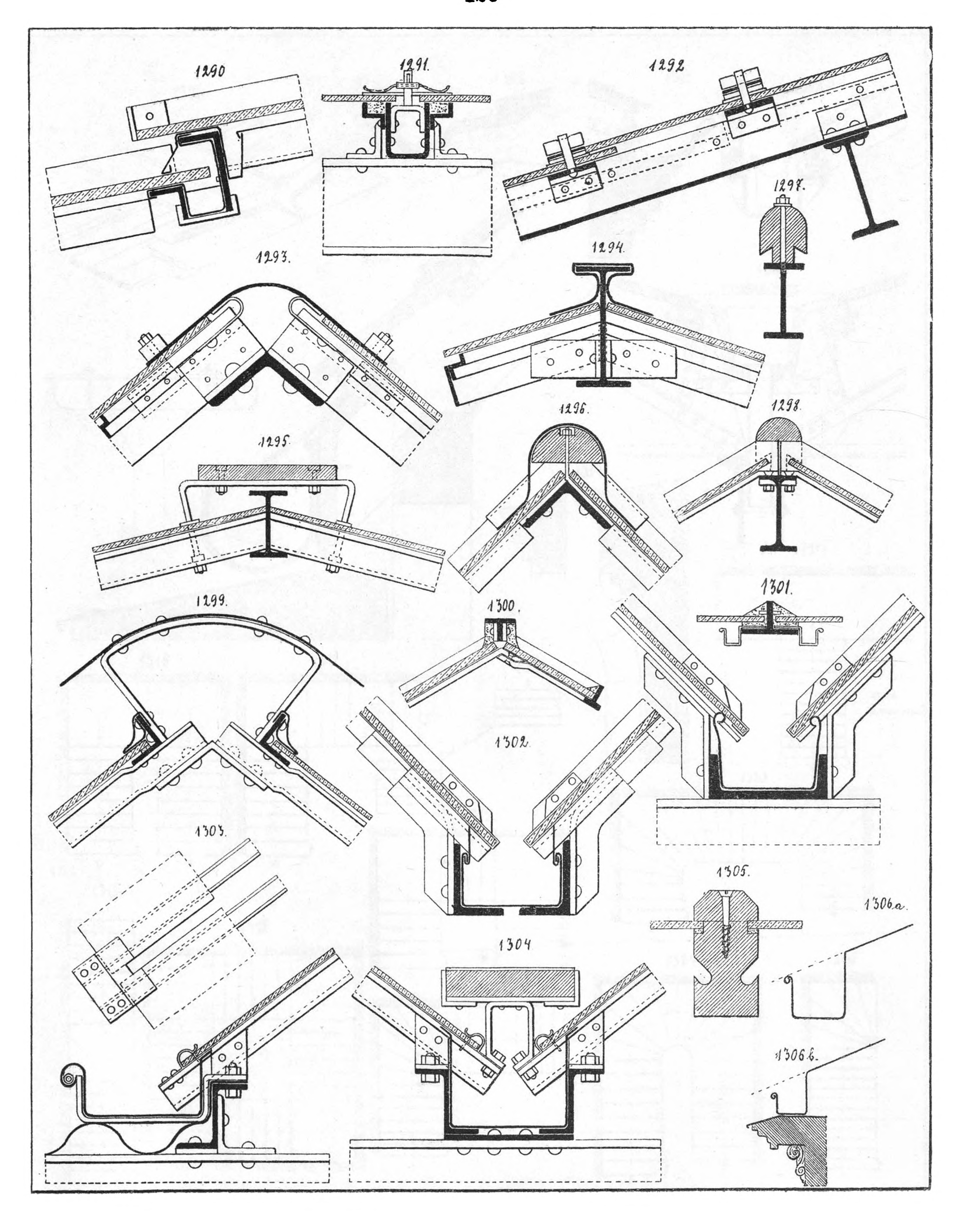

1143
1145.
1146.
1147.
1144.
1148.
1149.
1154.
1152.
1153.
1151.
1155.
1150.
1158.
1159.
1156.
1160.
1157.

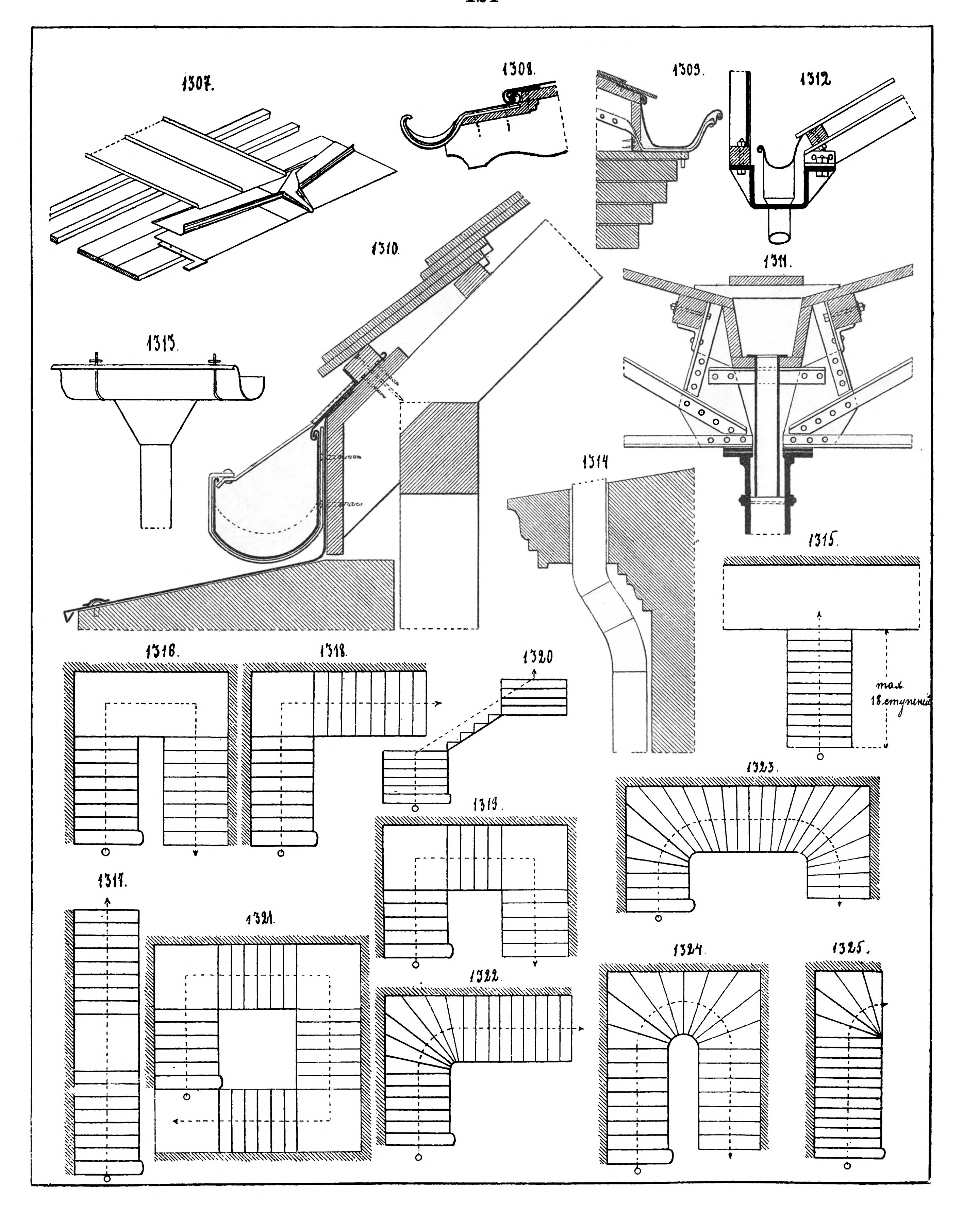

1161.
1164.
1170.
1167.
1168.
1169.
1171.
1162.
1165.
1172.
1173.
1163.
1166.
1174.
1179a.
1179b.
1180.
1176.
1177.
1175.
1182
1184.
1187.
1178.
1183.
1185.
1186.
1181.


1188.
1189.
1190.
1191.
1192.
c
1193.
1194.
a
b
c
1195.
1196.
1197.
1200.
1201.
1202.
1203.
1198.
1199.
1205
1206.
1204.
1208
1209.
1210.
1207
1211.
1214.
1212.
1213
1216
1215.
1219.
1217
1218.
1221.
1226.a
1225.
1226 b
1220.
1223.
1226 c
1224.
1222
1227.

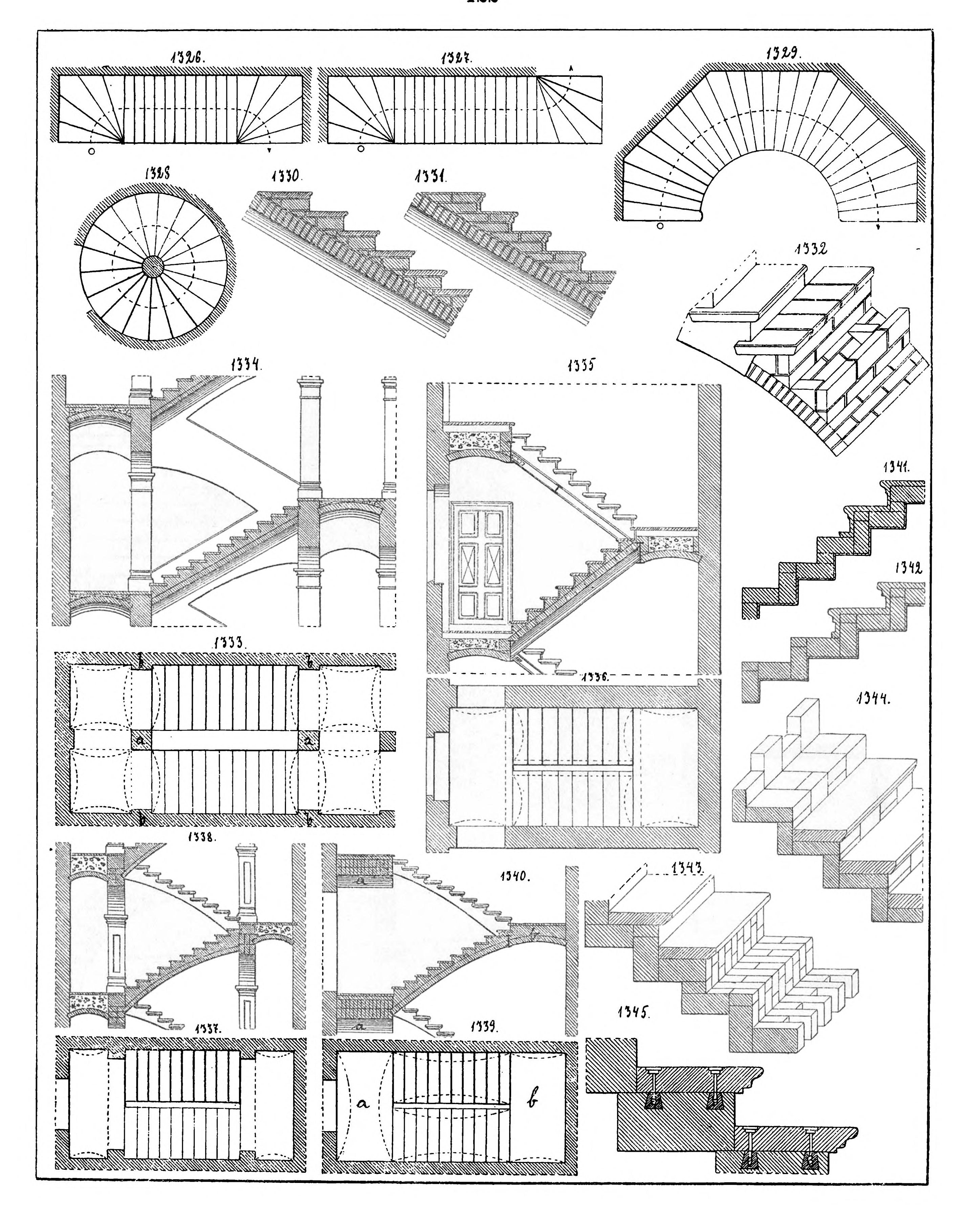

1228.
1229.
1231.
1230.
1232.
1233.
1235.
1234.
1236.
1240.
1241.
1237.
1243.
1245
1238.
1247.
1244.
1242.
1239.
1246.

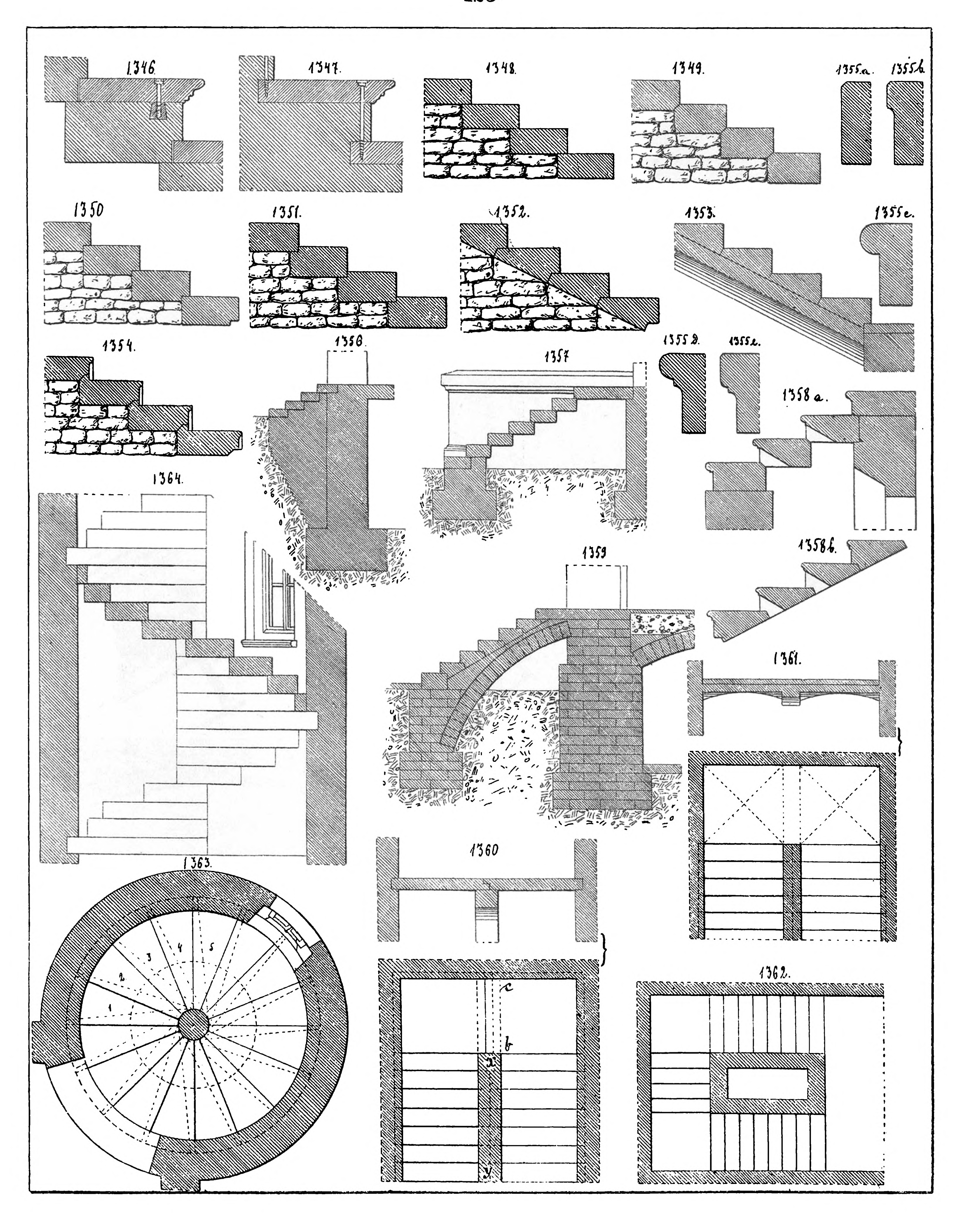

1248.
1249.
1250.
1251.
1252.
1253.
1254.
1255
1256
1257.
1258.
1259.
1260
1261
1262.
1263.
1264.
1265.
1266
1267.
1268.
1269.
1270
1271.
1272.
1273.
1274.
1275.
1276.
1277.
1278.
1279
1280.
1281.
1282.
1283.
1284.
1285.
1286.
1287.
1288.
1289.

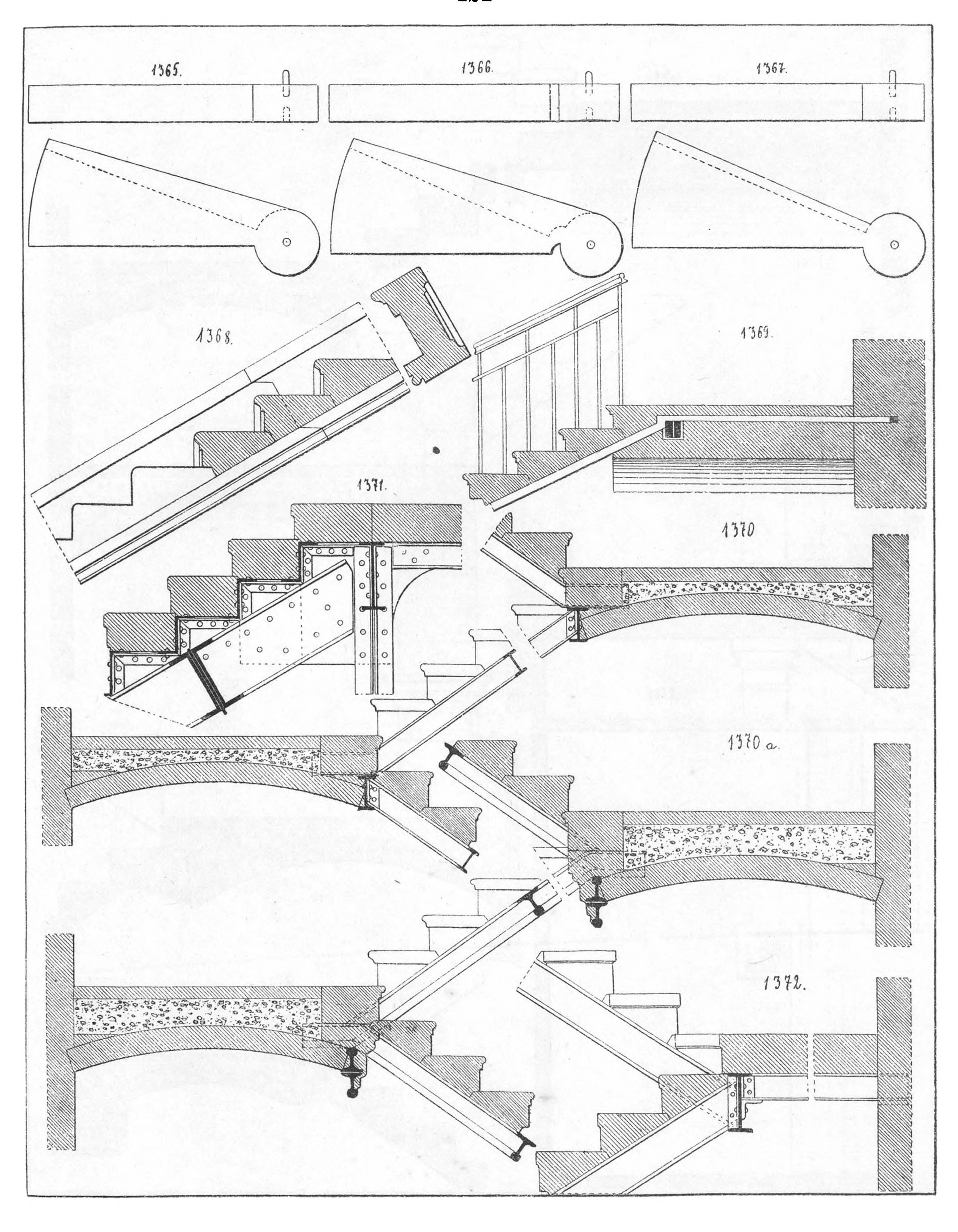

1290
1291.
1292
1293.
1294.
1297.
1295.
1296.
1298.
1299.
1300.
1301.
1302.
1303.
1304
1305.
1306 a.
1306 b.

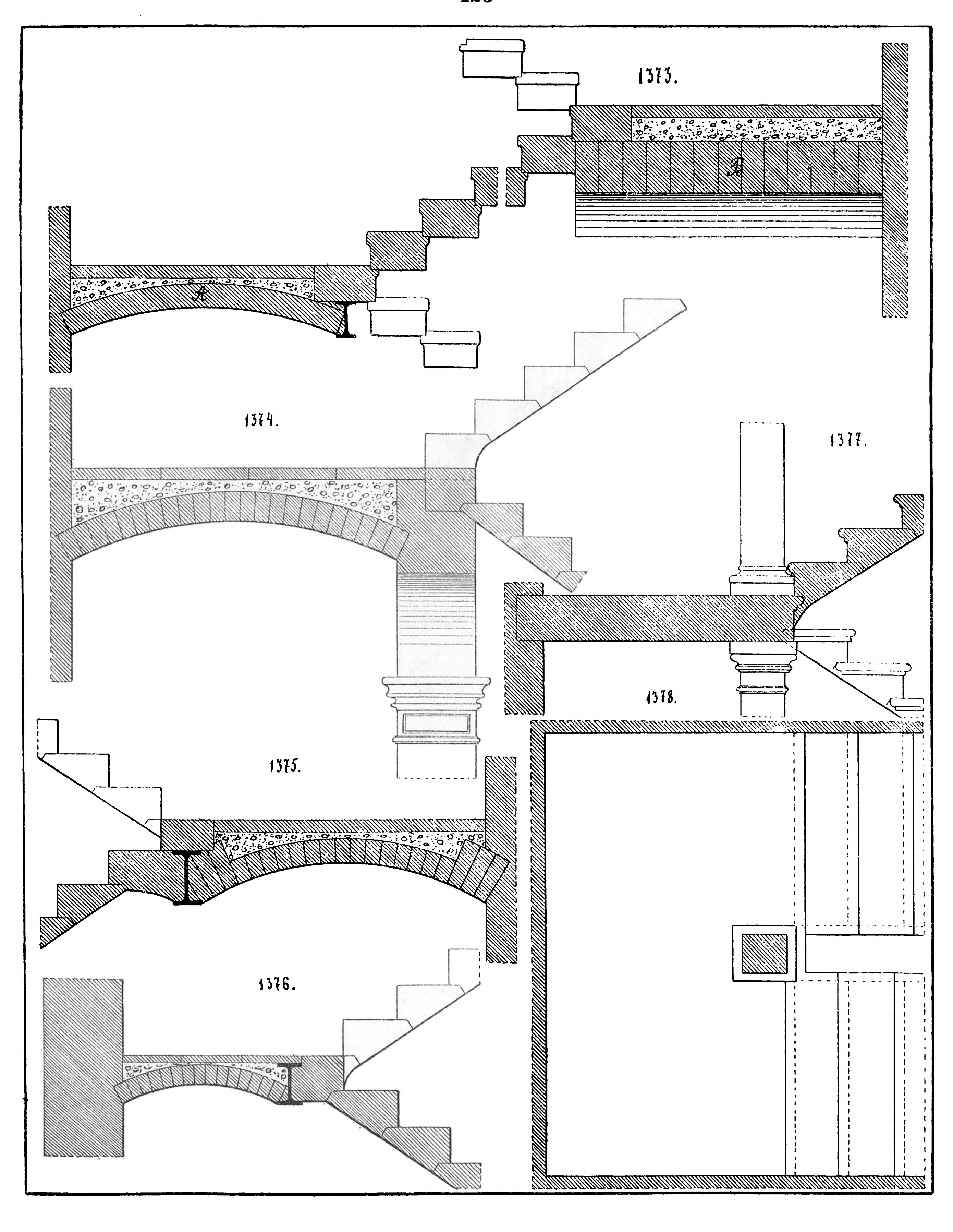


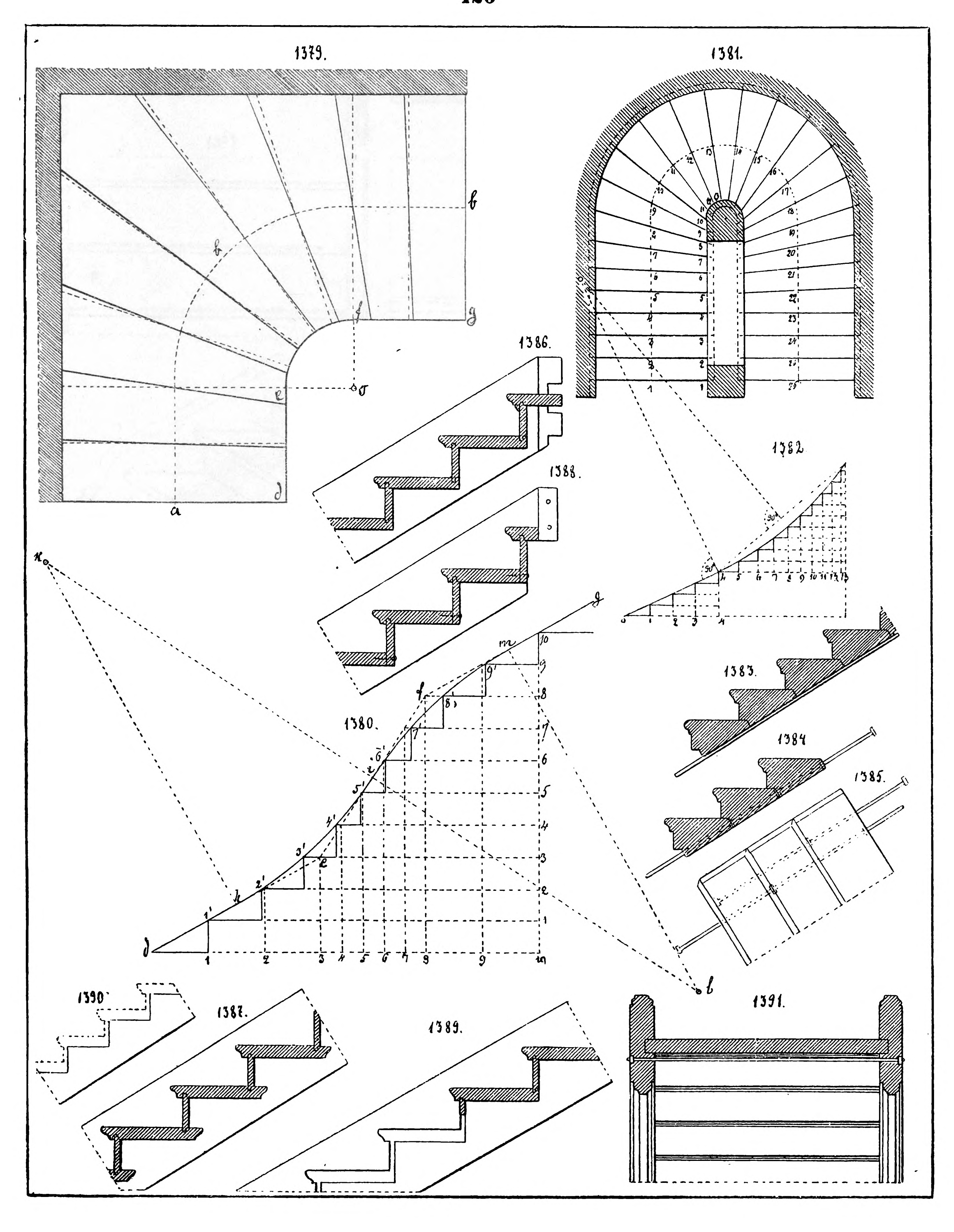
1307.
1308.
1309.
1312.
1310.
1311.
1313.
1314
1315.
max.
18 ступеней
1316.
1318.
1320
1319.
1323.
1317.
1321.
1322.
1324.
1325.

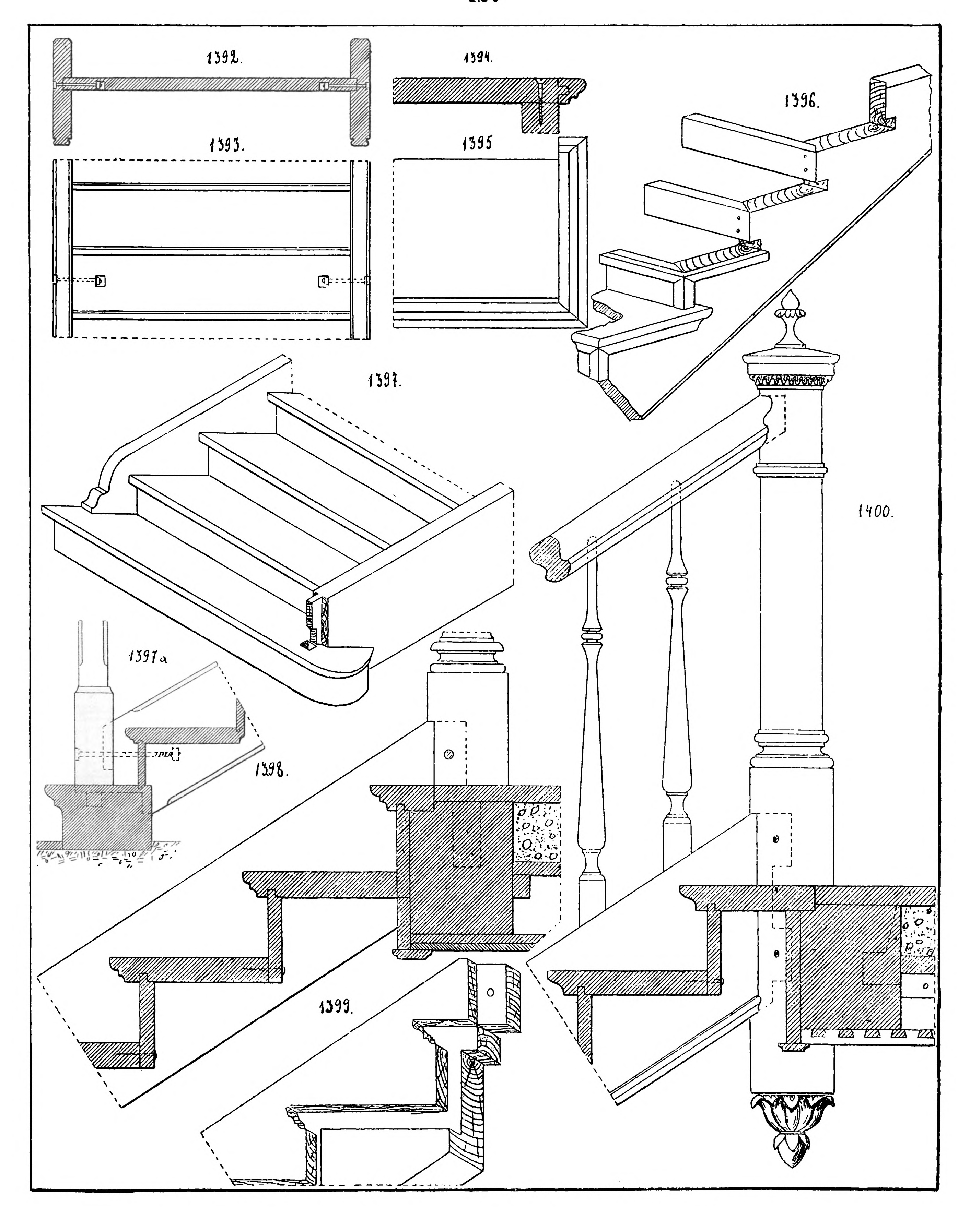

1326.
1327.
1328
1329.
1330.
1331.
1332
1333.
1334.
1335
1336.
1337.
1338.
1339.
1340.
1341.
1342
1343.
1344.
1345.
a
b

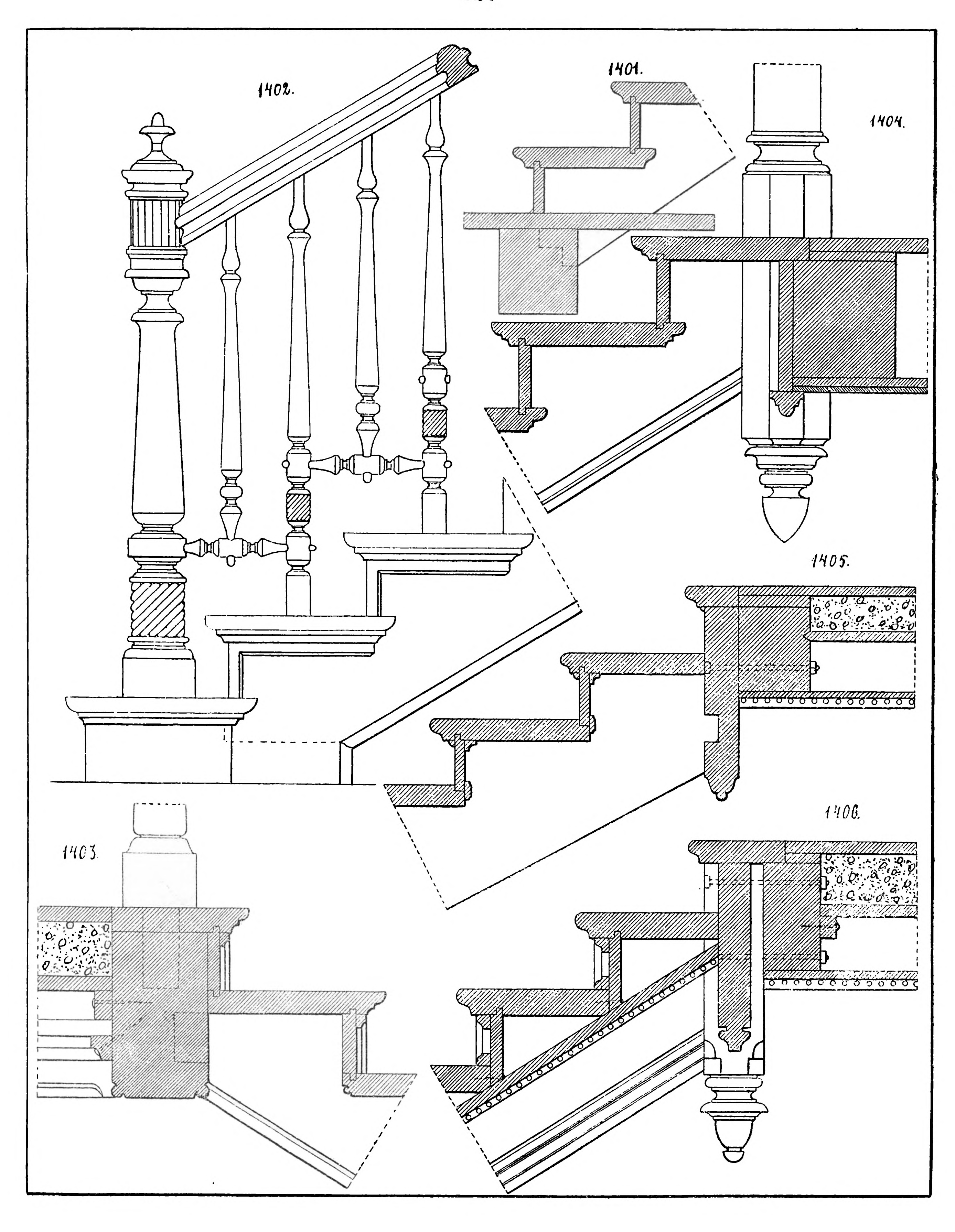

1346.
1347.
1348.
1349.
1355a.
1355b.
1350
1351.
1352.
1353.
1355c.
1354.
1356.
1357
1355d.
1355e.
1358a.
1364.
1358b.
1359
1361.
1360
1363.
1
2
3
4
5
c
b
x
y
1362.

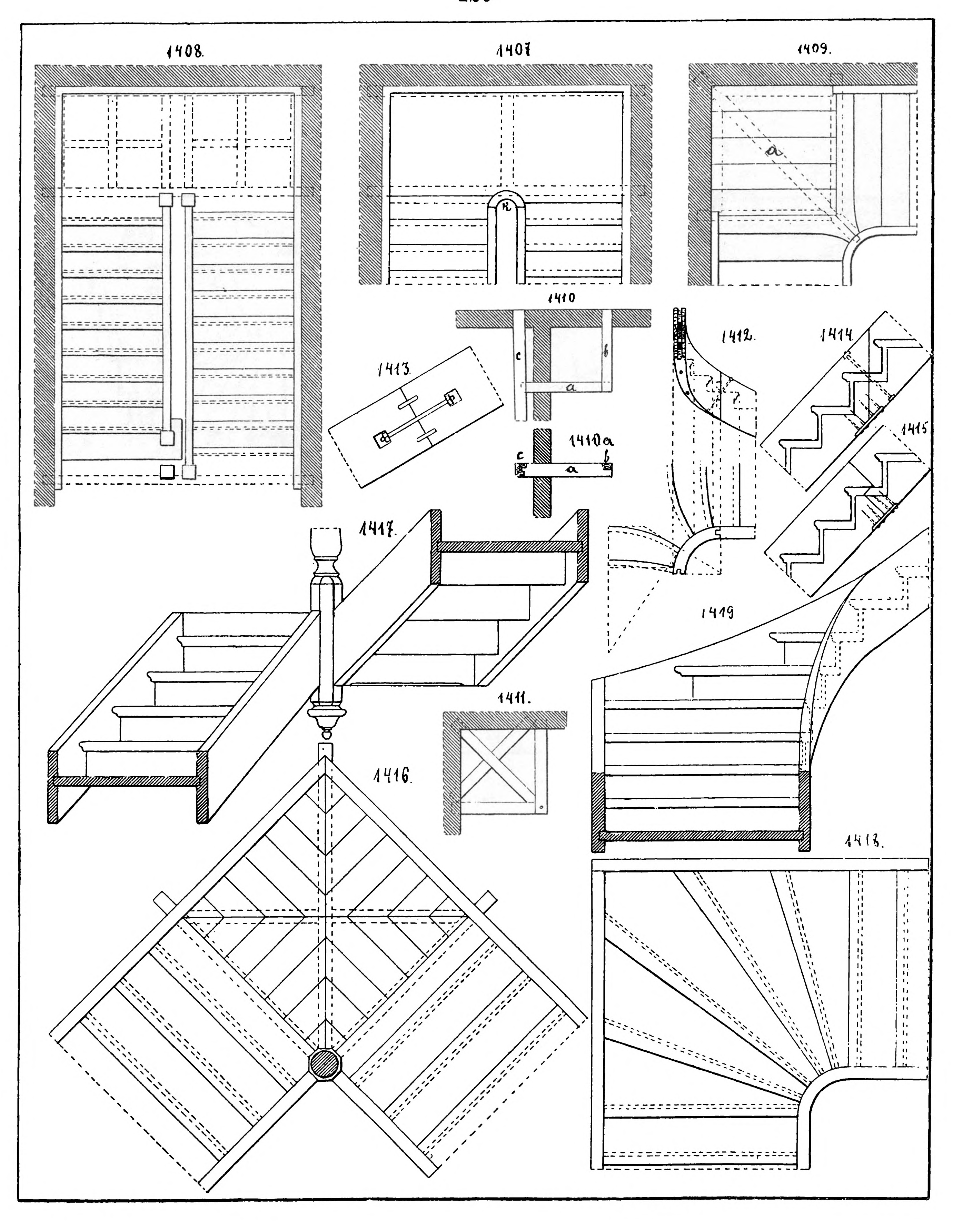

1365.
1366.
1367.
1368.
1369.
1371.
1370
1370 a.
1372.

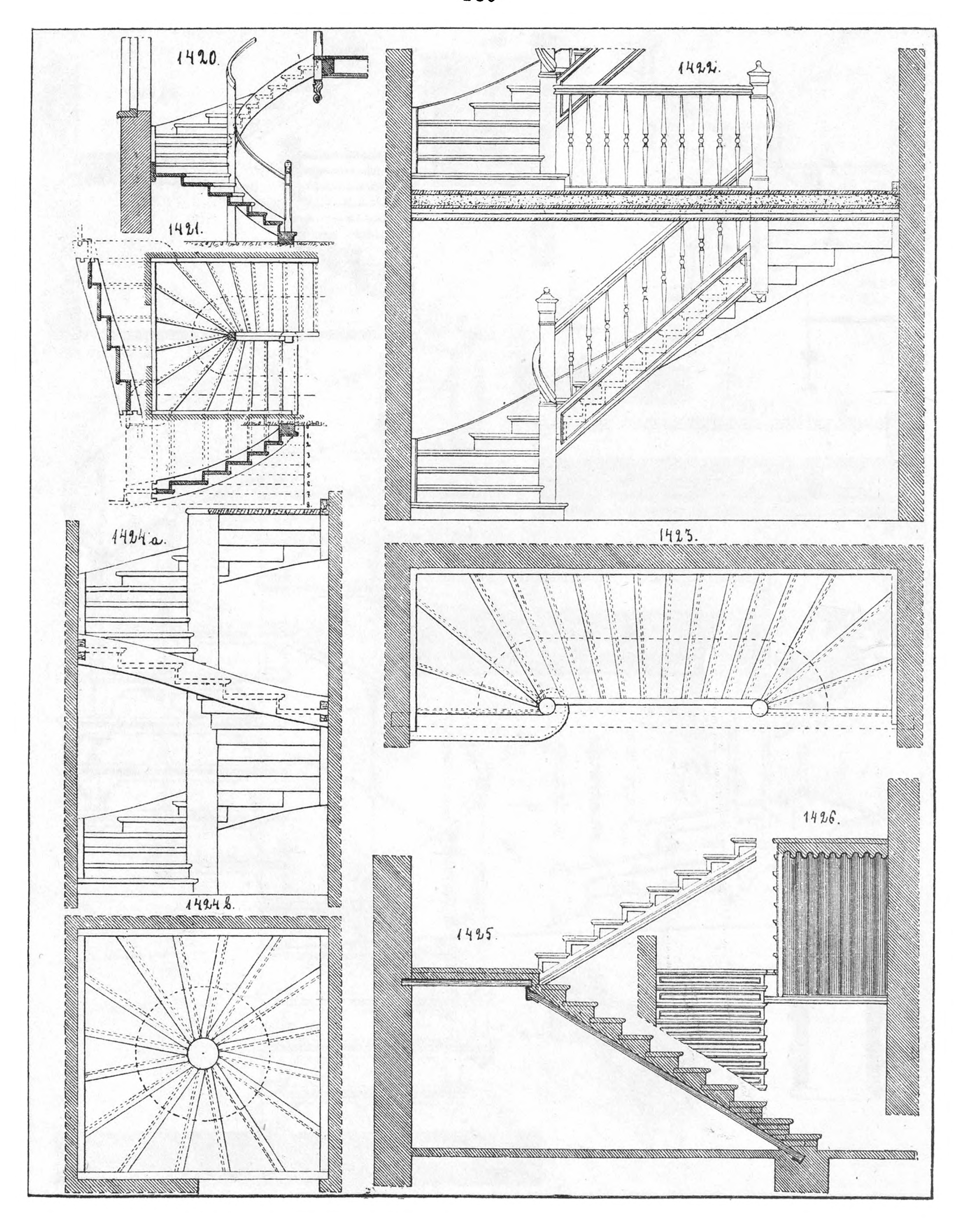

1373.
A
B
1374.
1377.
1378.
1375.
1376.

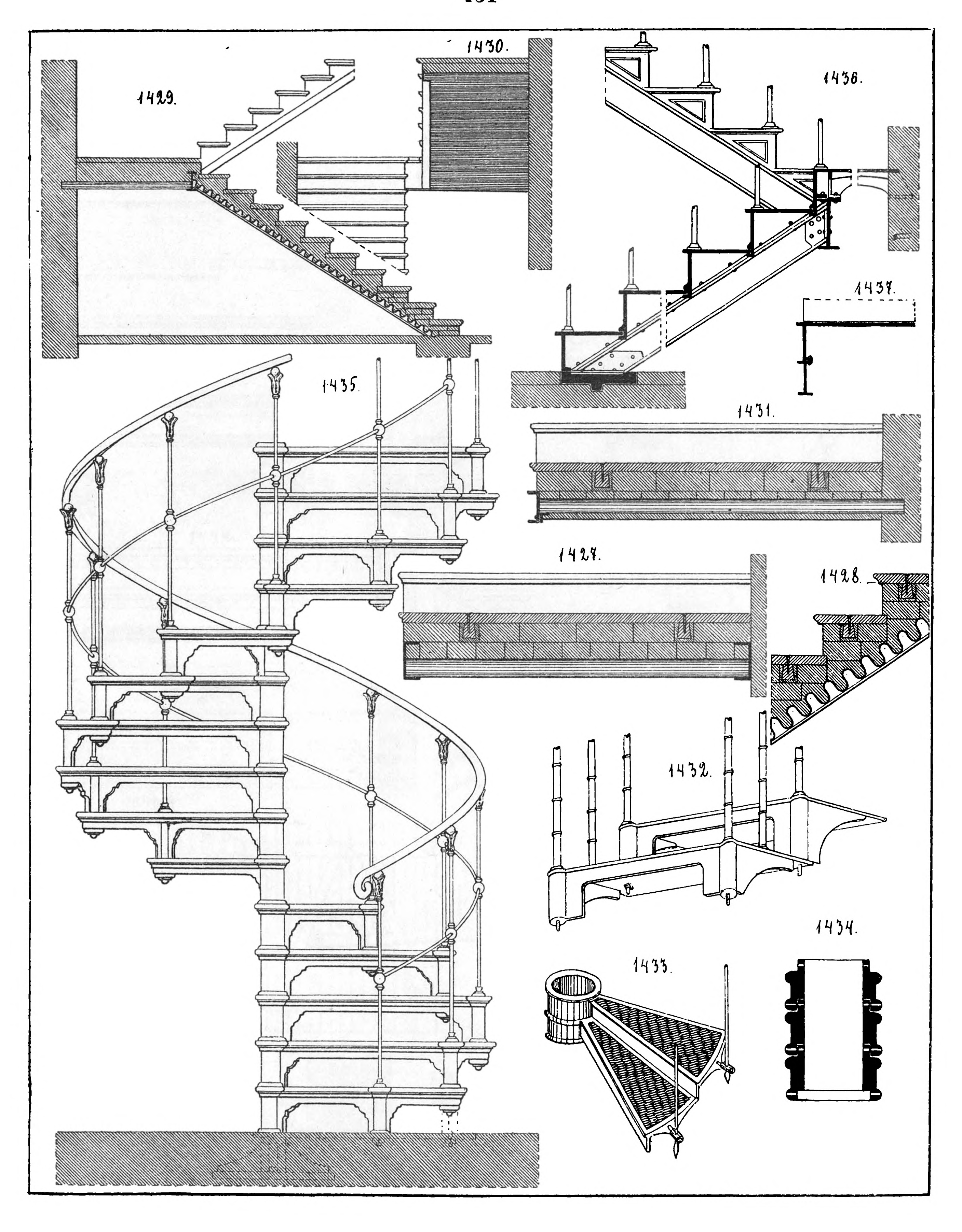

1379.
1380.
1381.
1382.
1383.
1384.
1385.
1386.
1387.
1388.
1389.
1390.
1391.

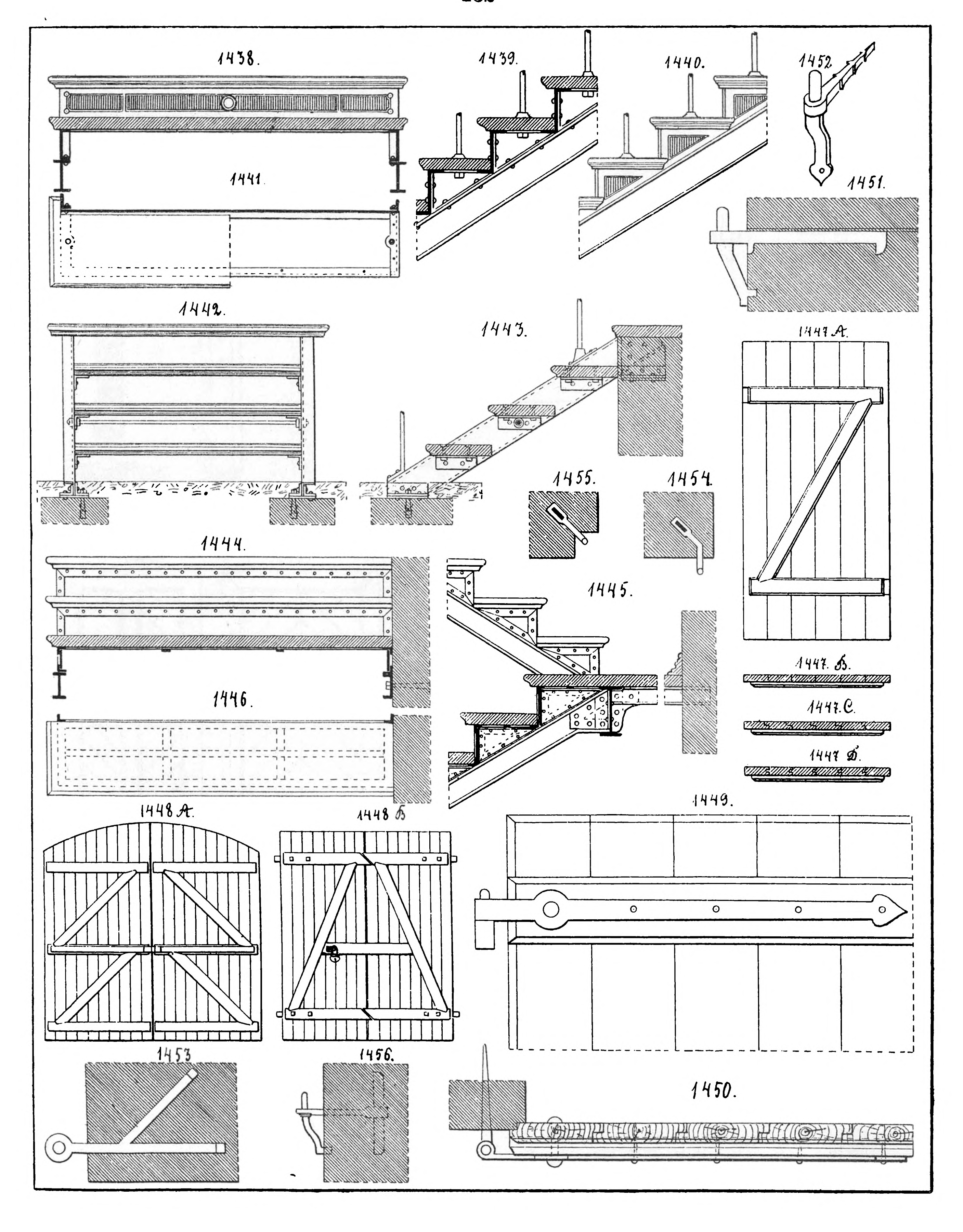

1392.
1393.
1394.
1395
1396.
1397.
1397 a
1398.
1399.
1400.

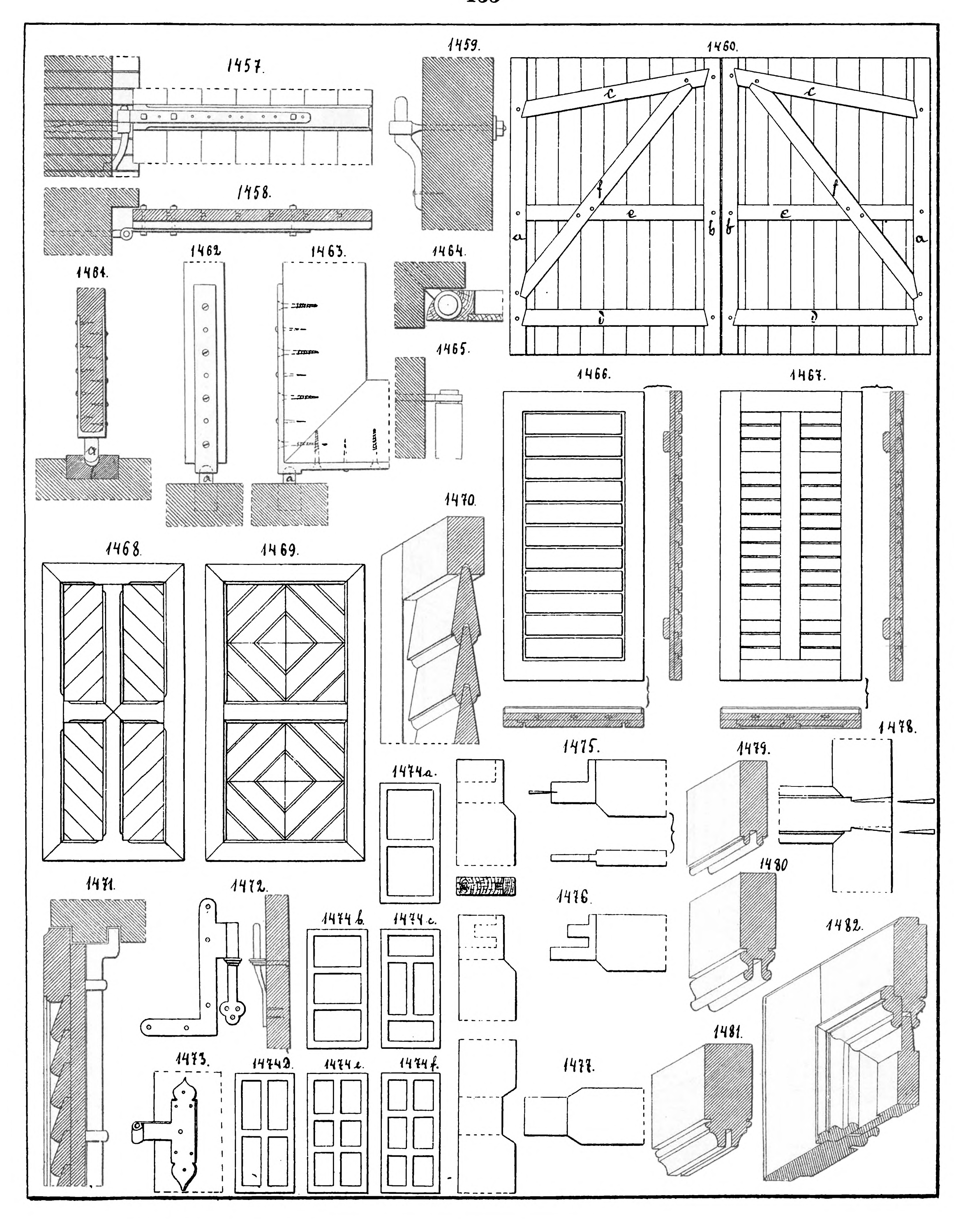

1402.
1401.
1404.
1405.
1406.
1403.

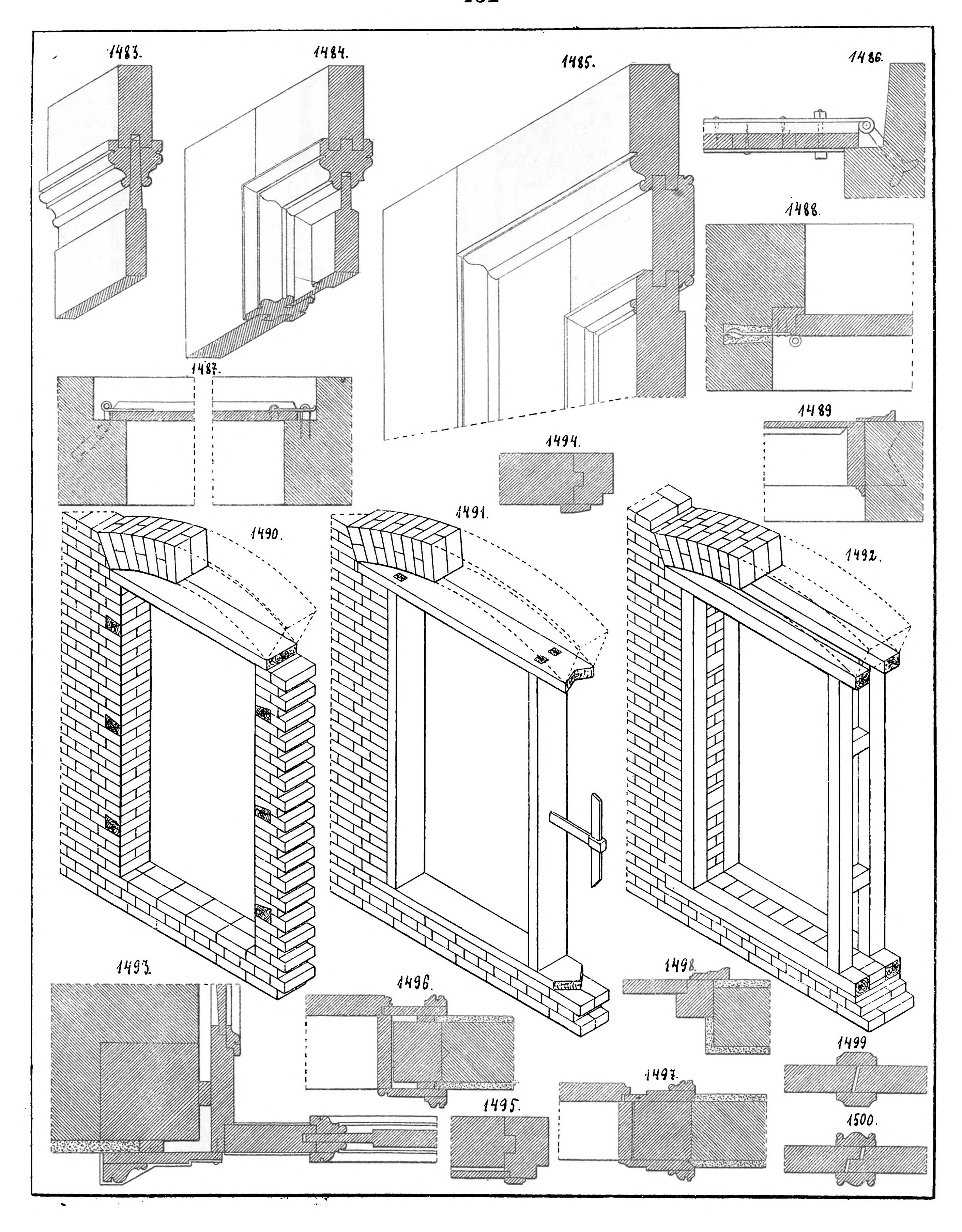

1408.
1407
1409.
a
k
1410
c
b
a
1410a
1411.
1412.
1413.
1414.
1415
1416.
1417.
1418.
1419

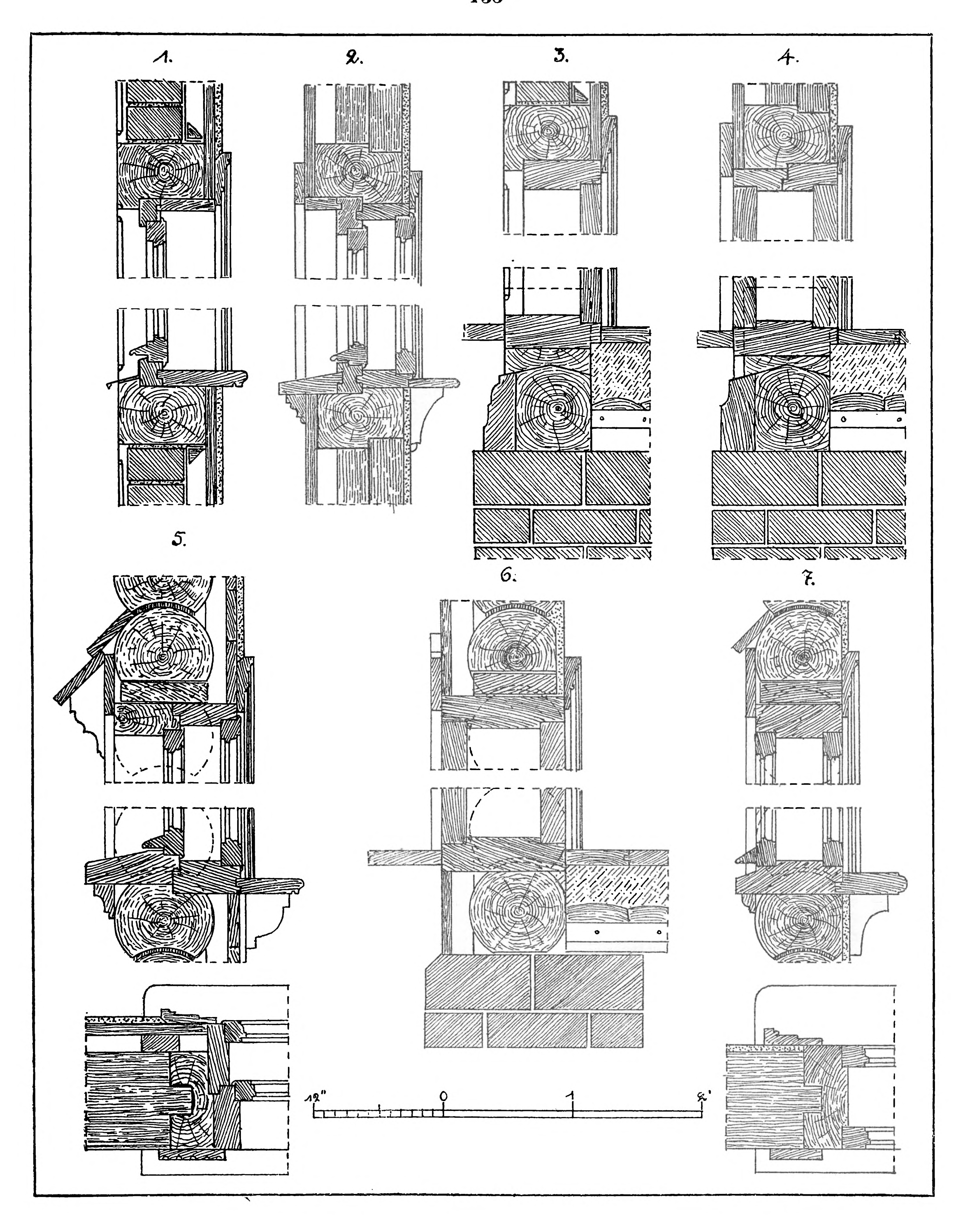

1420
1421
1422
1423
1424 a
1424 b
1425
1426

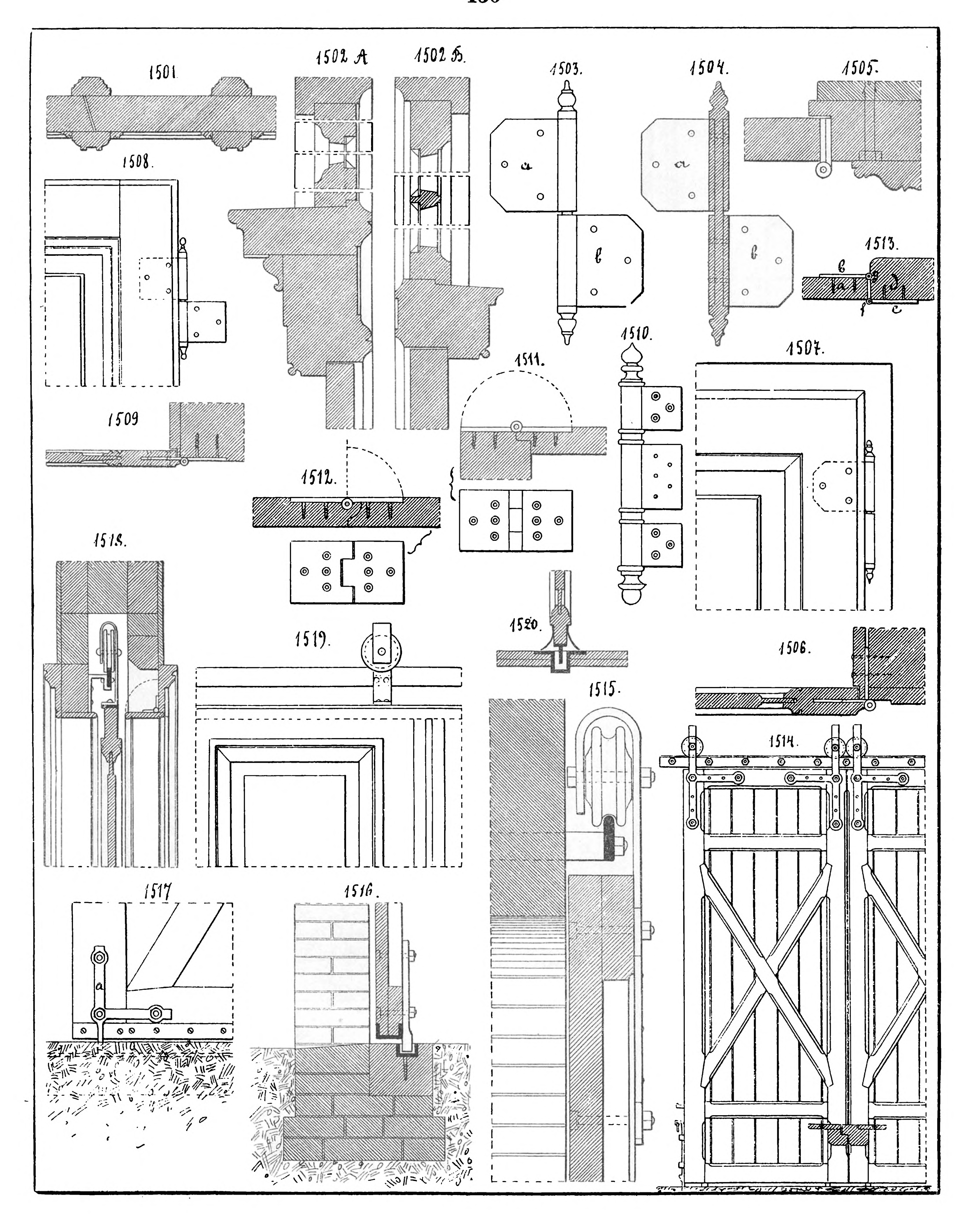

1429.
1430.
1436.
1437.
1435.
1431.
1427.
1428.
1432.
1433.
1434.

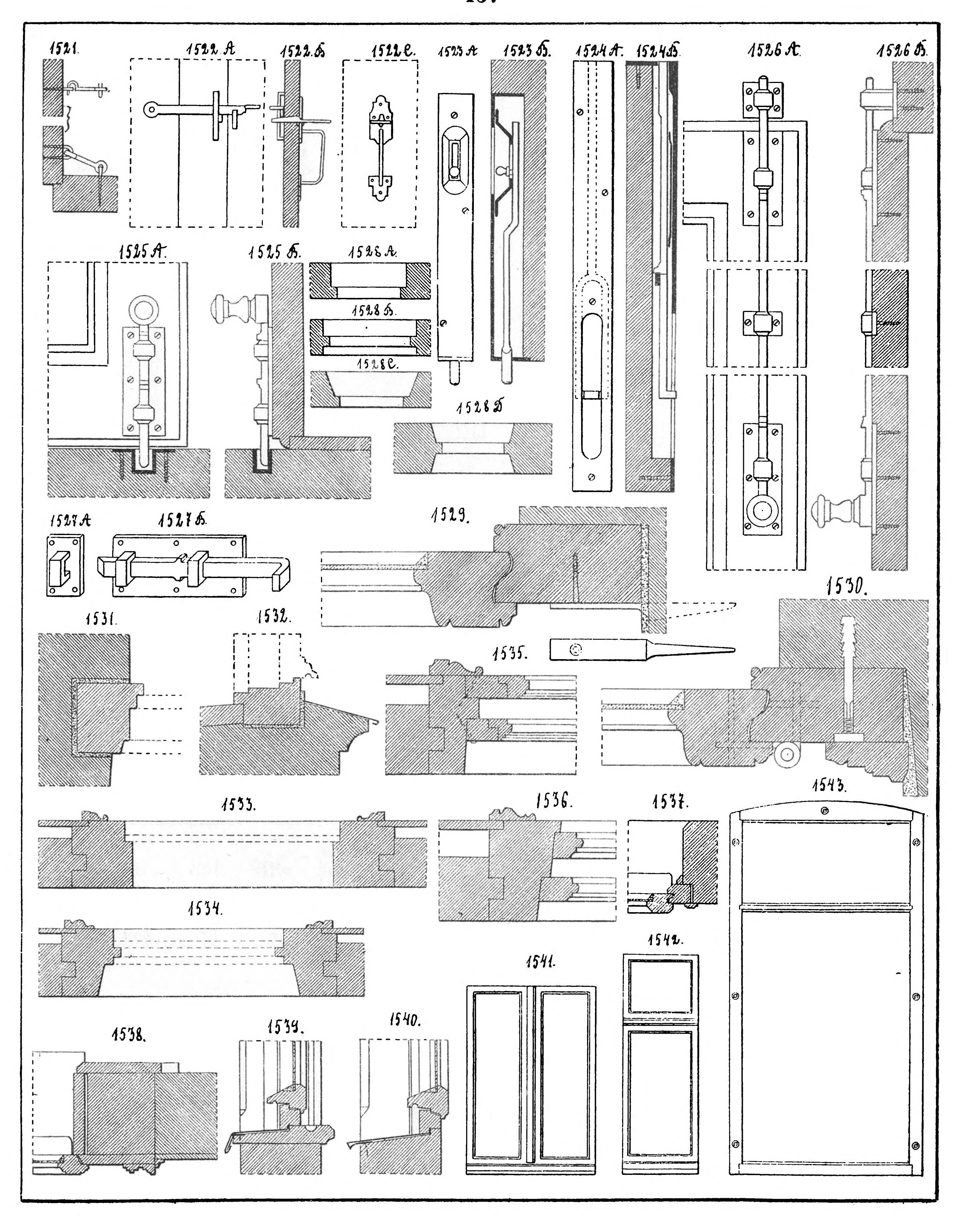

1438.
1439.
1440.
1452.
1441.
1451.
1442.
1443.
1447. A.
1455.
1454.
1444.
1445.
1446.
1447. B.
1447. C.
1447. D.
1448 A.
1448 B
1449.
1453
1456.
1450.

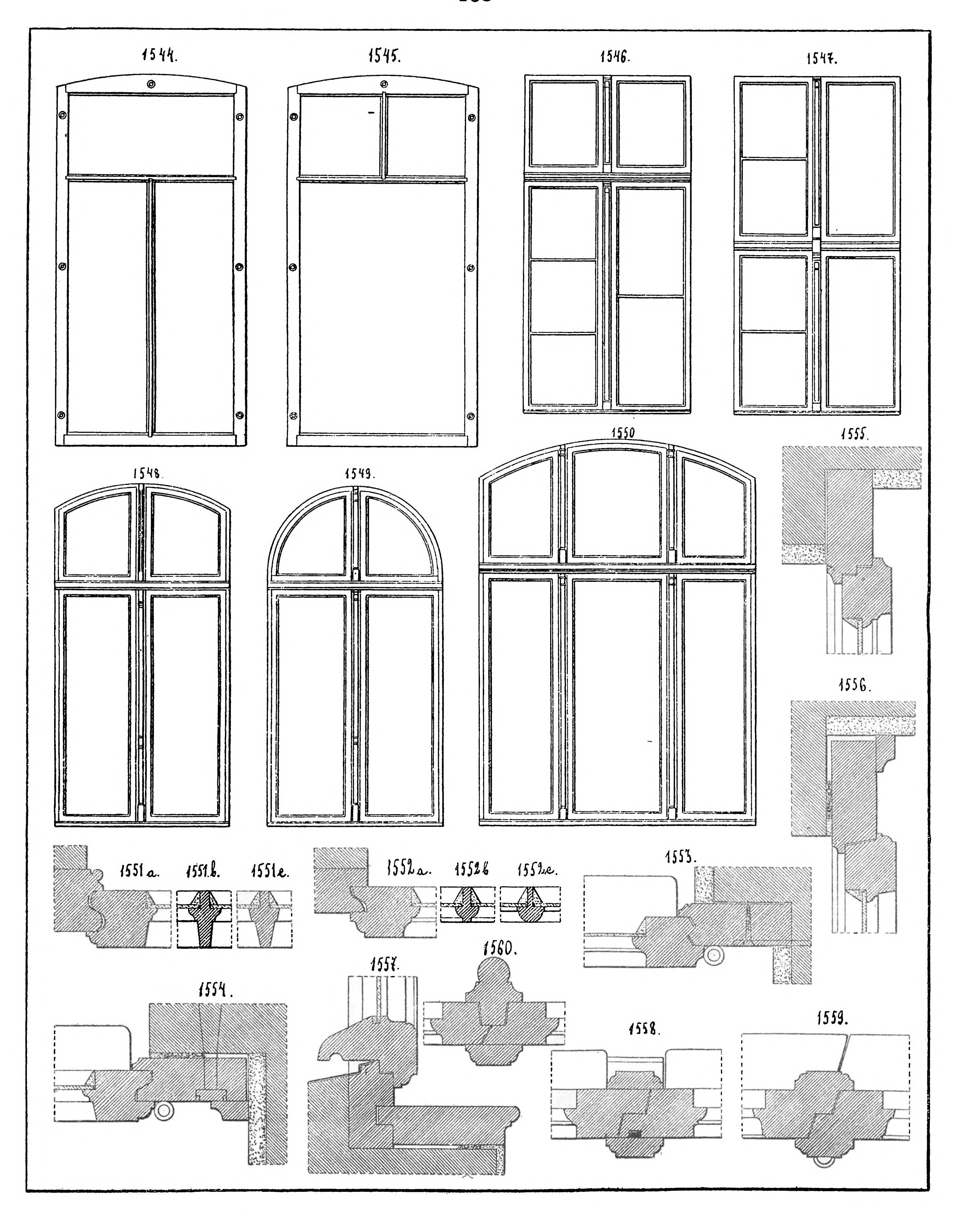

1457.
1458.
1459.
1460.
c
c
f
f
e
e
a
b
b
a
d
d
1461.
a
1462
a
1463.
a
1464.
1465.
1466.
1467.
1468.
1469.
1470.
1474a.
1475.
1478.
1479.
1480
1476.
1471.
1472.
1474 b.
1474 c.
1482.
1473.
1474 d.
1474 e.
1474 f.
1477.
1481.

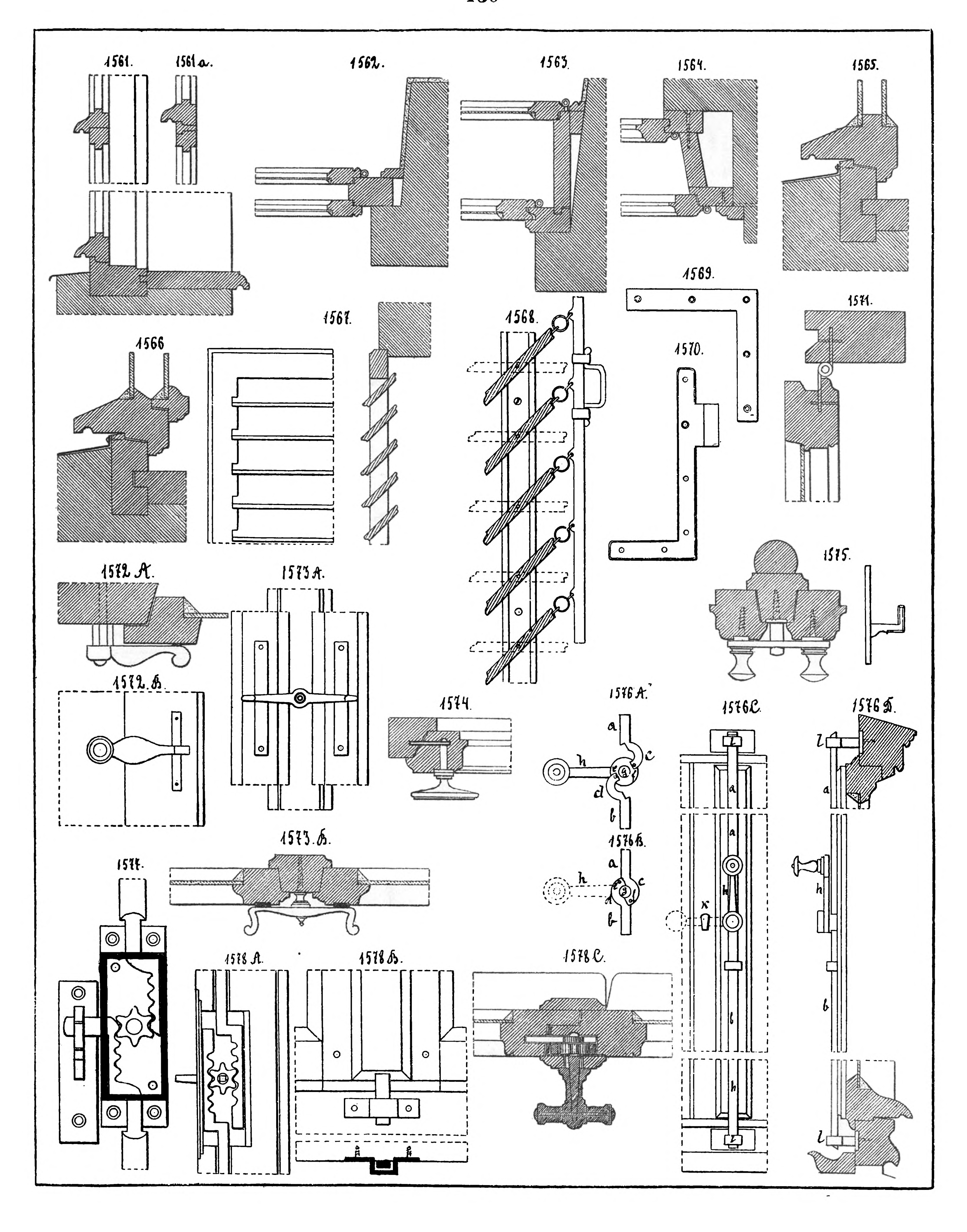

1483.
1484.
1485.
1486.
1487.
1488.
1489
1494.
1491.
1490.
1492.
1493.
1496.
1498.
1499
1497.
1495.
1500.

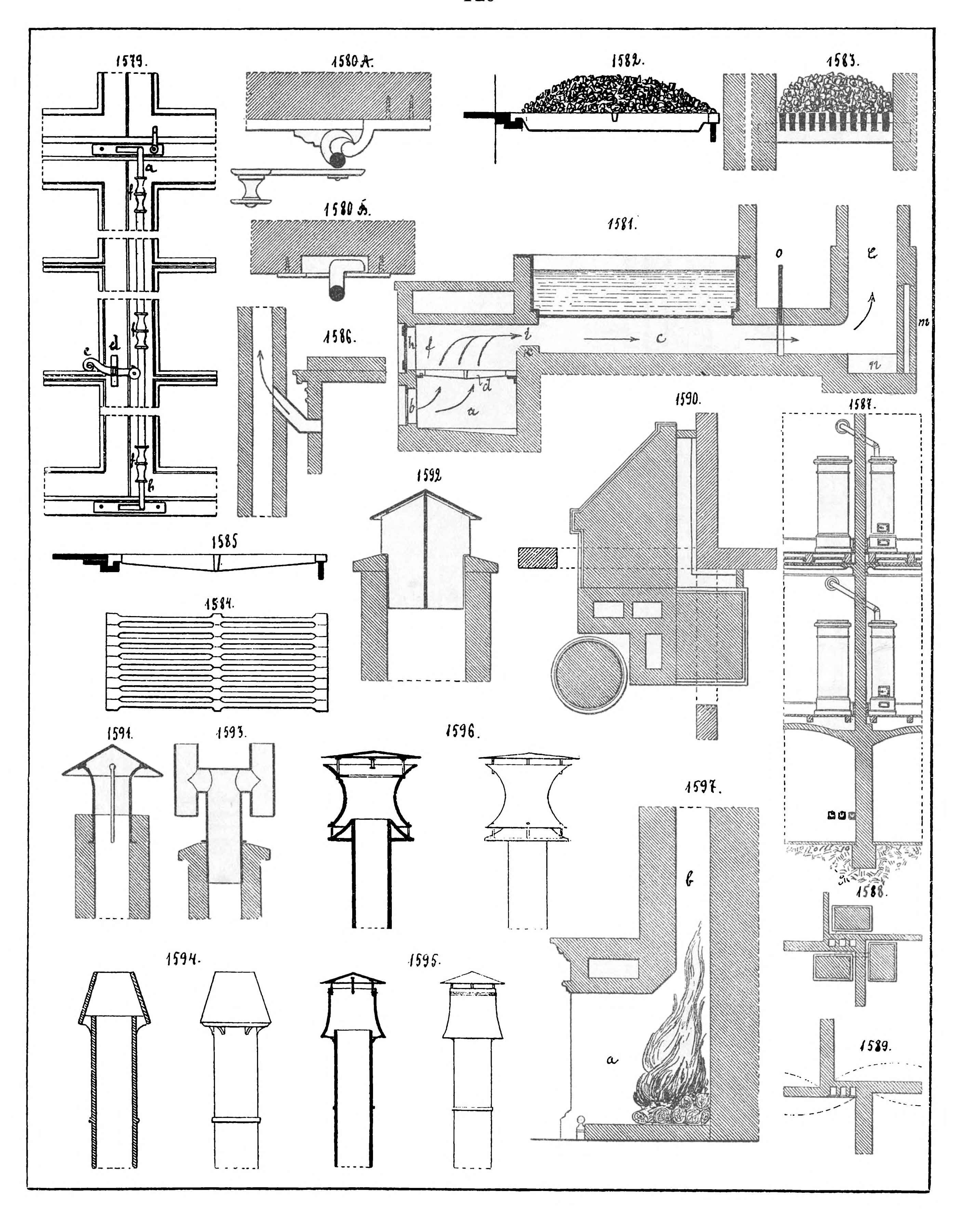

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
12"
0
1
2'

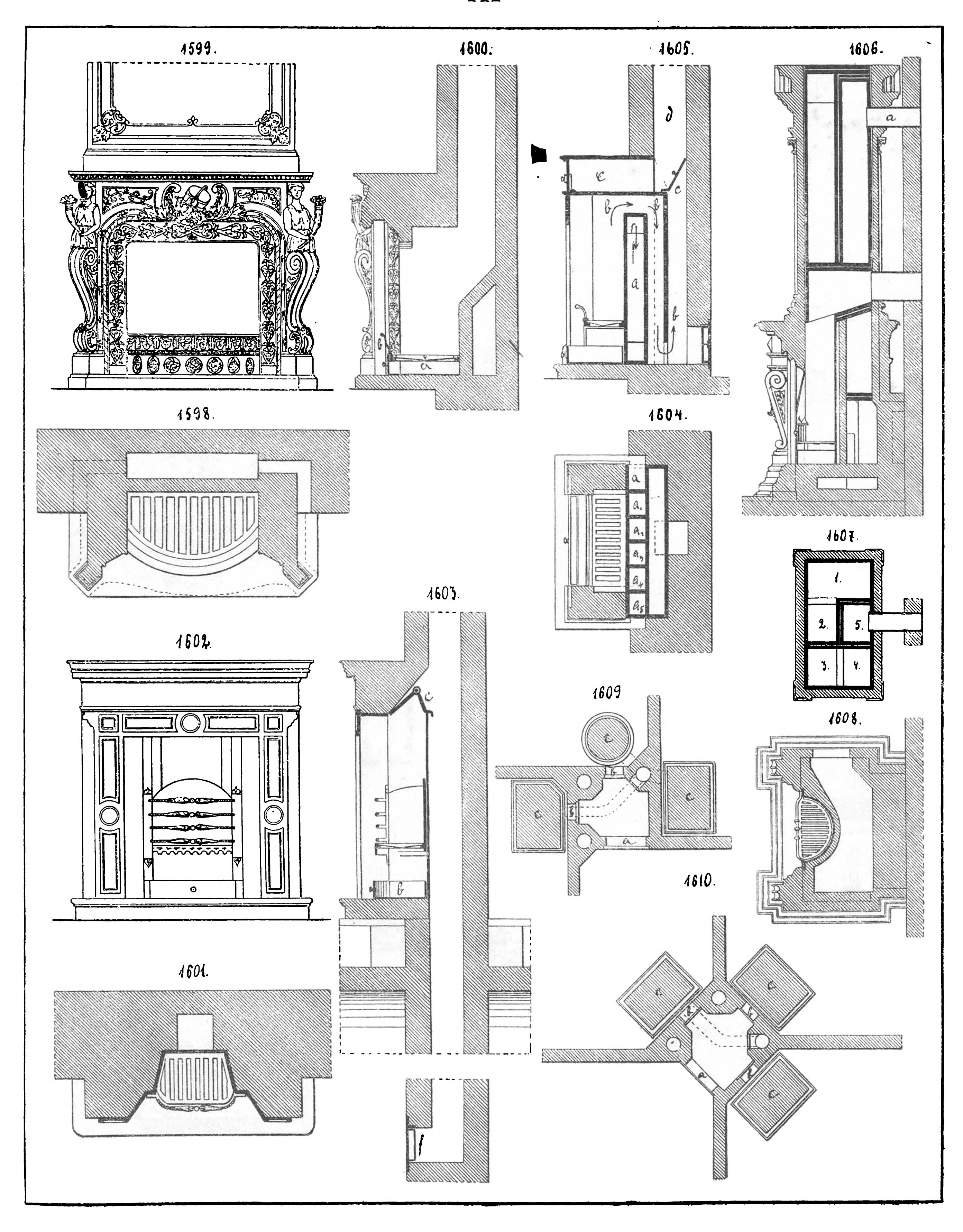

1501
1502 A
1502 Б.
1503.
1504.
1505.
1508.
1509
1510.
1511.
1512.
1507.
1513.
1518.
1519.
1520.
1506.
1515.
1514.
1517
1516.

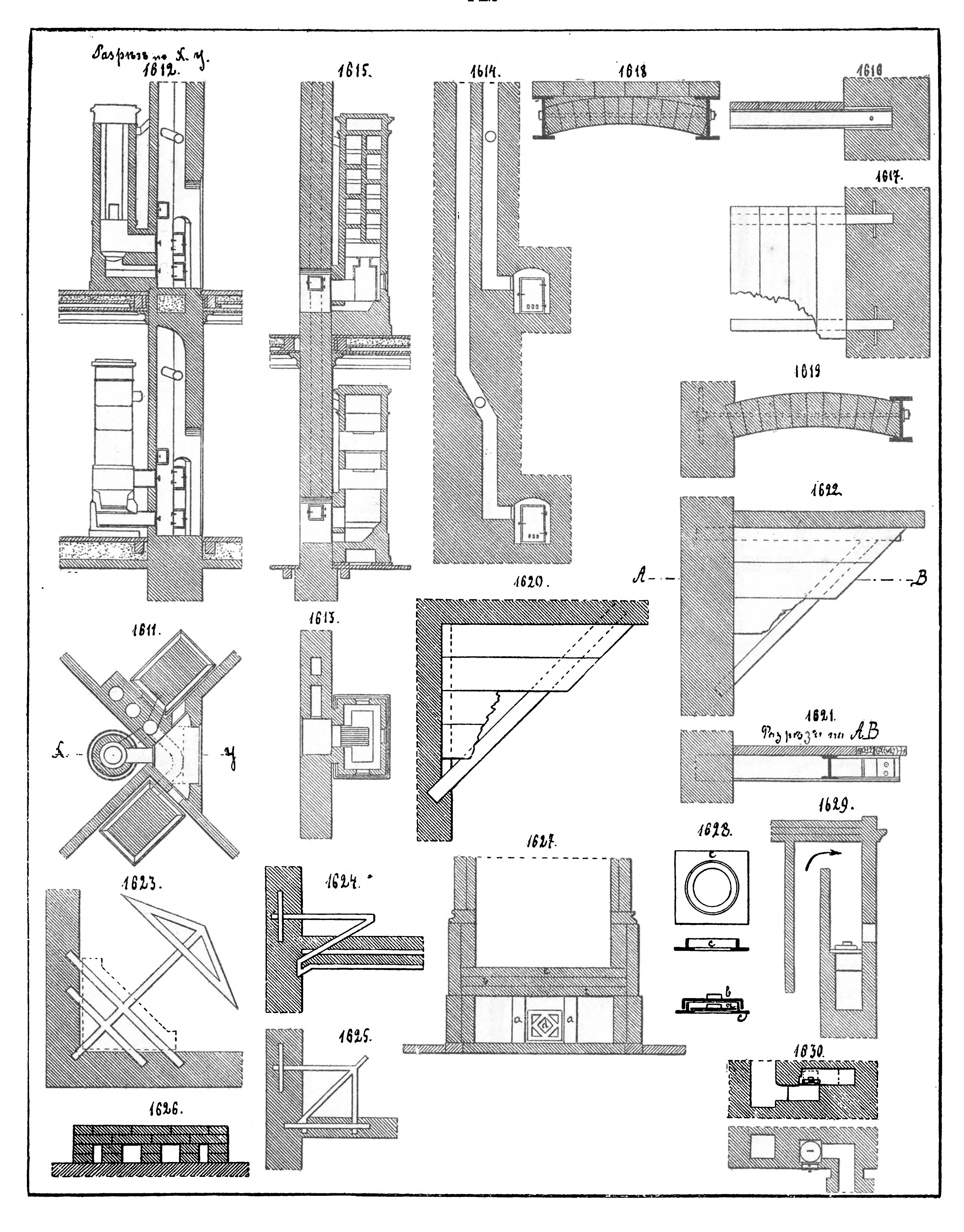

1521.
1522 А
1522 Б.
1522 С.
1523 А
1523 Б.
1524 А.
1524 Б.
1526 А.
1526 Б.
1525 А.
1525 Б.
1528 А.
1528 Б.
1528 С.
1528 Д
1527 А
1527 Б.
1529.
1530.
1531.
1532.
1535.
1533.
1536.
1537.
1543.
1534.
1541.
1542.
1538.
1539.
1540.


1544.
1545.
1546.
1547.
1548.
1549.
1550
1555.
1556.
1551 a.
1551 b.
1551 c.
1552 a.
1552 b
1552 c.
1553.
1554.
1557.
1560.
1558.
1559.

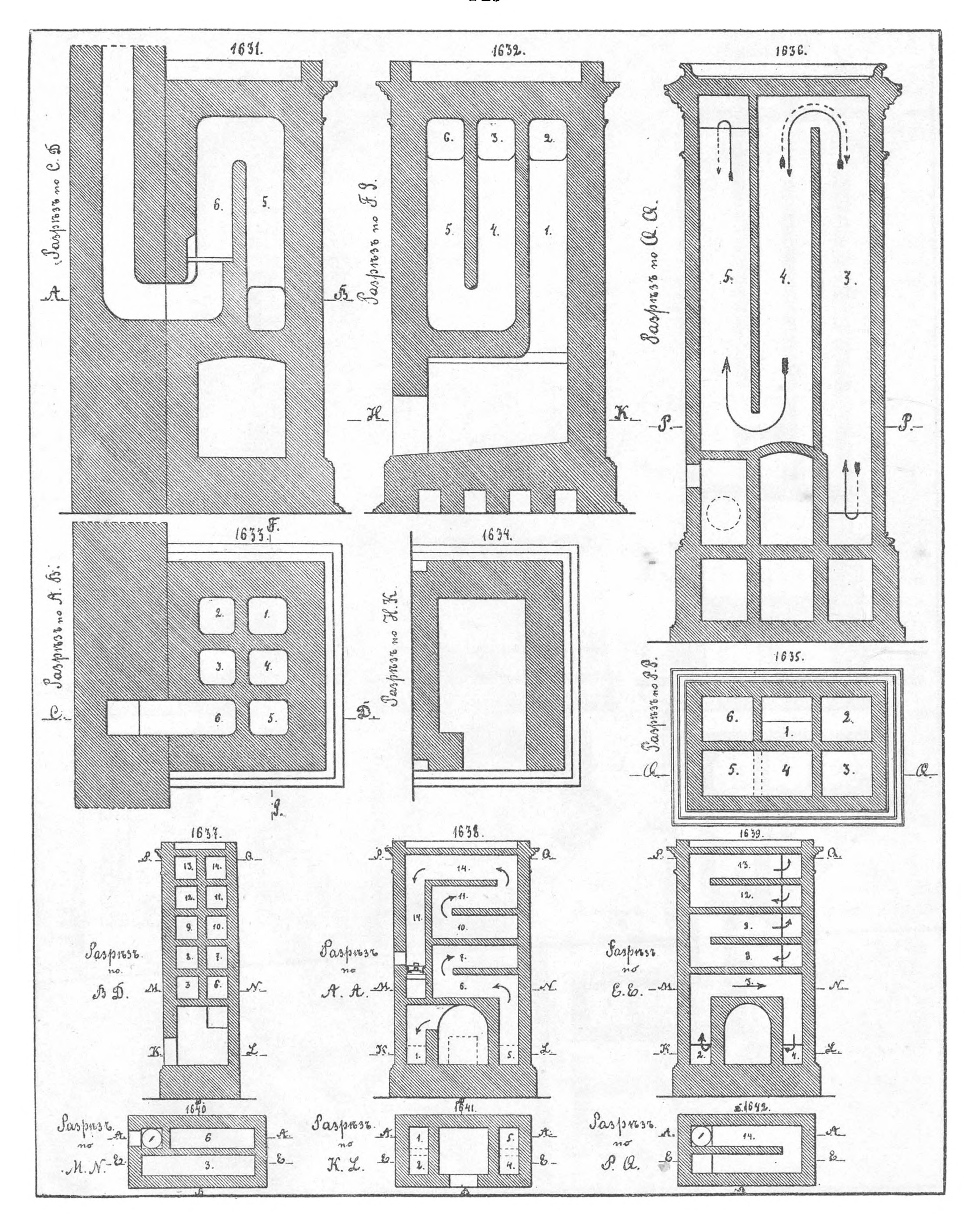

1561.
1561 a.
1562.
1563.
1564.
1565.
1566
1567.
1568.
1569.
1570.
1571.
1572 A.
1572 B.
1573 A.
1573 B.
1574.
1575.
1576 A.
1576 B.
1576 C.
1576 D.
1577.
1578 A.
1578 B.
1578 C.

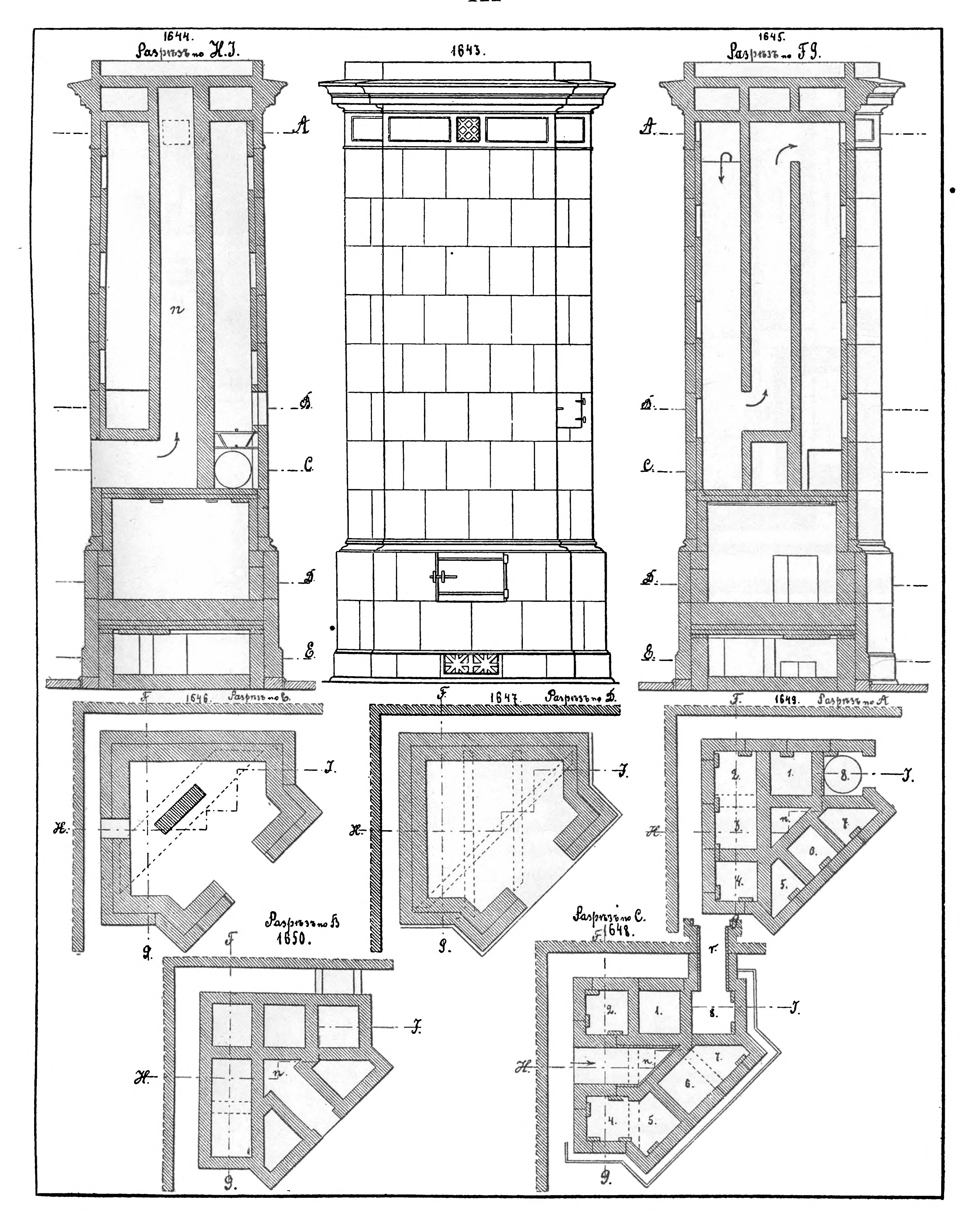

1579.
a
b
c
d
1580 A.
1580 Б.
1581.
1582.
1583.
1584.
1585
1586.
1587.
1588.
1589.
1590.
1591.
1592
1593.
1594.
1595.
1596.
1597.

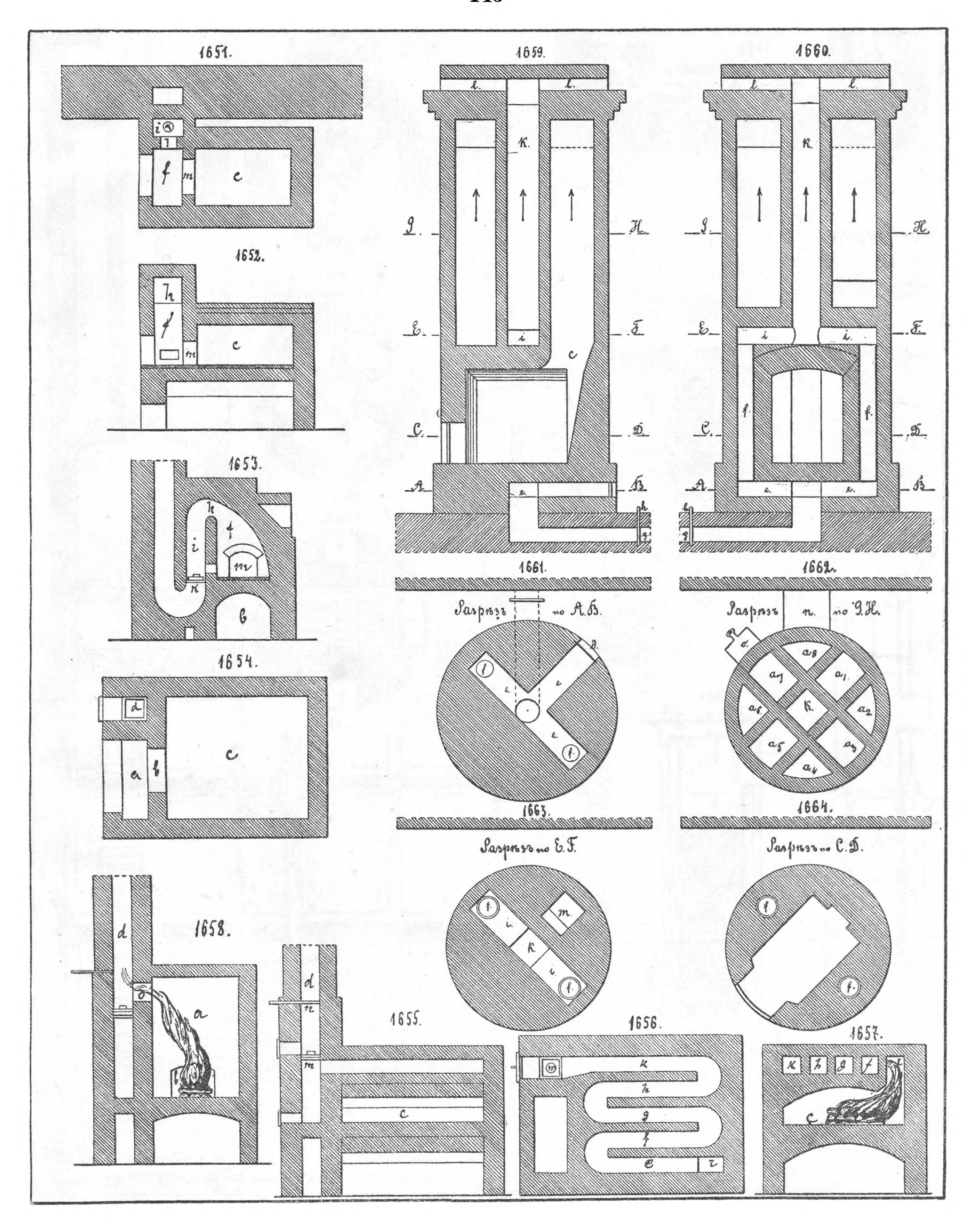

1599.
1600.
1605.
1606.
1598.
1604.
1607.
1603.
1602.
1609
1608.
1610.
1601.
1.
2.
3.
4.
5.

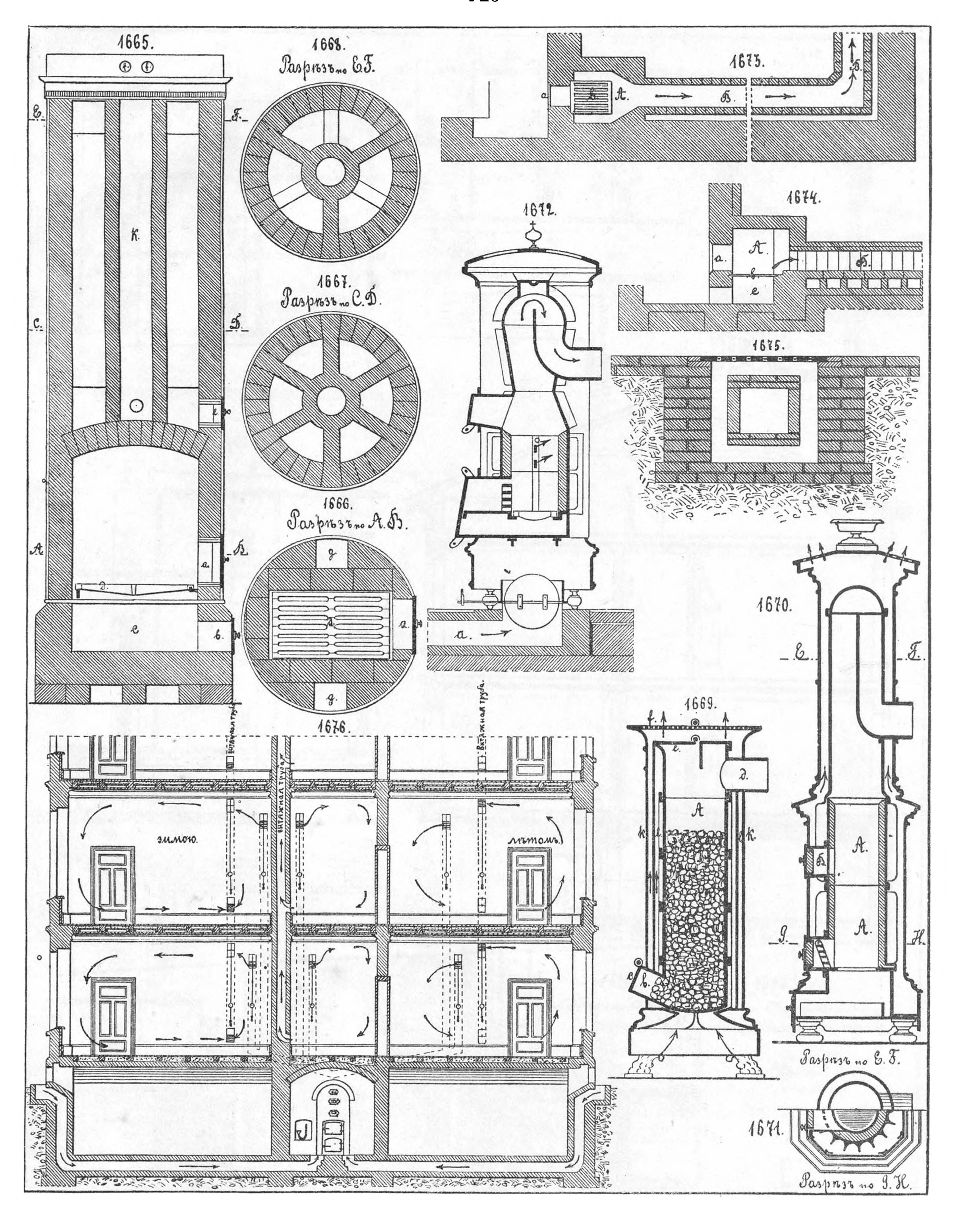


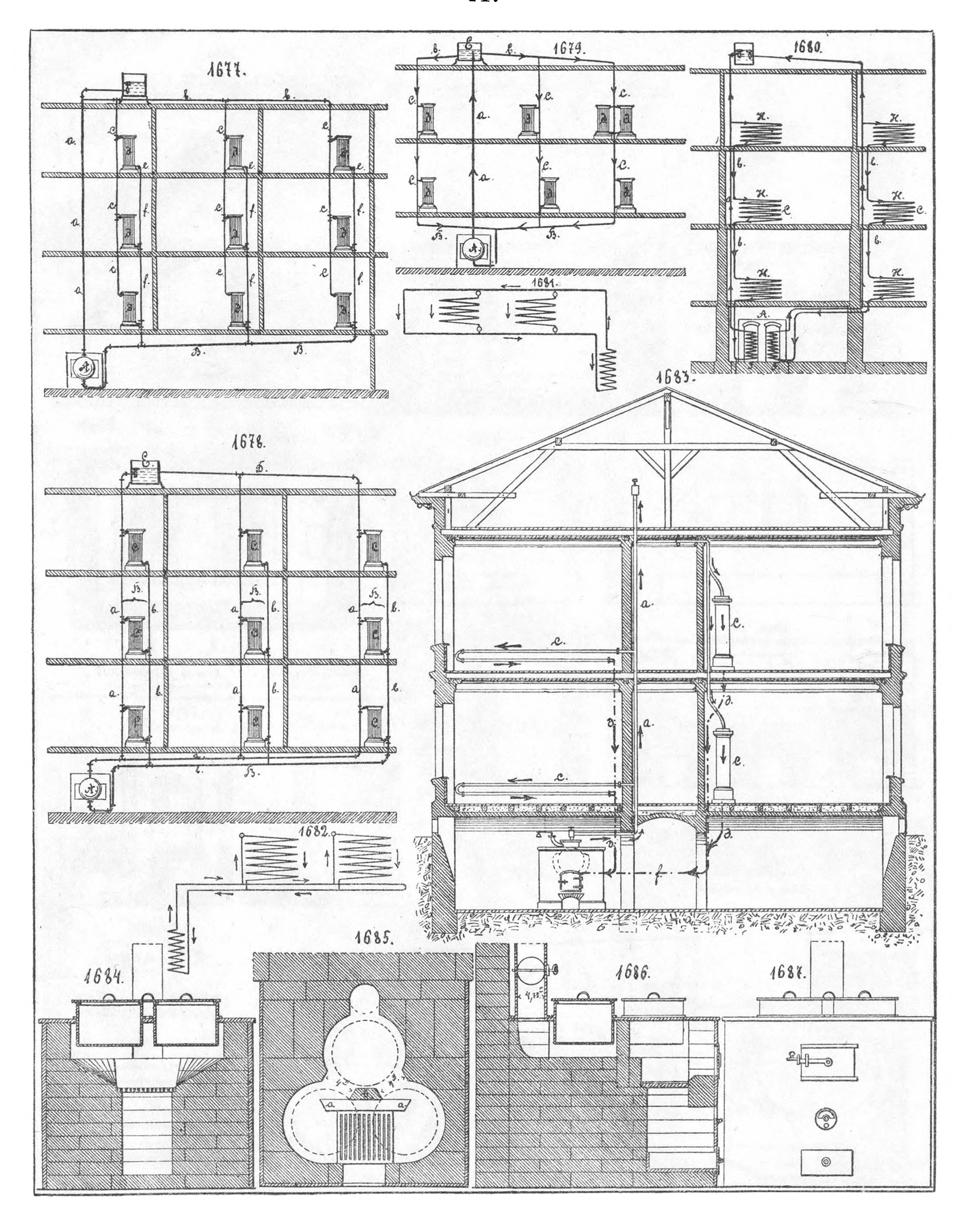
1612.
1615.
1614.
1618
1616
1617.
1619
1622.
A
B
1620.
1611.
1613.
1621.
1623.
1624.
1627.
1628.
1629.
1625.
1626.
1630.

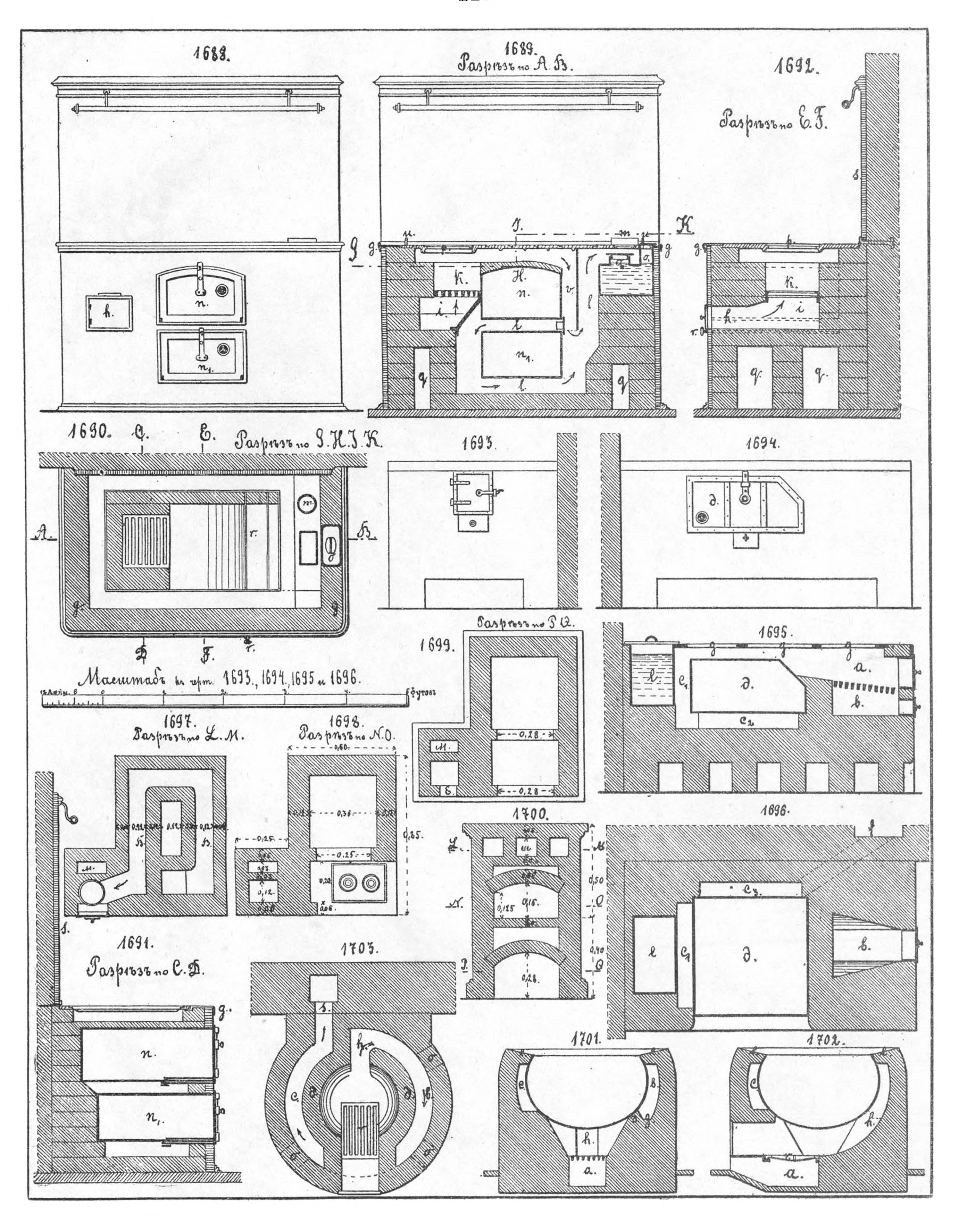

1631.
1632.
1636.
1633.
1634.
1635.
1637.
1638.
1639.
1640
1641.
1642.


1644.
Разрѣзъ по H.J.
1643.
1645.
Разрѣзъ по F.G.
1646. Разрѣзъ по C.
1647. Разрѣзъ по D.
1649. Разрѣзъ по A.
Разрѣзъ по B.
1650.
Разрѣзъ по C.
1648.


1651.
1652.
1653.
1654.
1655.
1656.
1657.
1658.
1659.
1660.
1661.
1662.
1663.
1664.
Разрѣзъ по А.Б.
Разрѣзъ n. по Г.Н.
Разрѣзъ по Е.F.
Разрѣзъ по С.Д.


1665.
1668.
Разрѣзъ по Е.Г.
1667.
Разрѣзъ по С.Д.
1666.
Разрѣзъ по А.В.
1672.
1673.
1674.
1675.
1676.
зимою.
лѣтомъ.
1669.
1670.
1671.
Разрѣзъ по Е.Г.
Разрѣзъ по Э.Н.


1677.
1678.
1679.
1680.
1681.
1682.
1683.
1684.
1685.
1686.
1687.


1688.
1689.
Разрѣзъ по А.Б.
1692.
Разрѣзъ по Е.F.
1690.
Разрѣзъ по G.H.I.K.
1693.
1694.
1699.
Разрѣзъ по P.Q.
1695.
Масштабъ къ черт. 1693., 1694., 1695 и 1696.
1697.
Разрѣзъ по L.M.
1698.
Разрѣзъ по N.O.
1700.
1696.
1691.
Разрѣзъ по С.D.
1703.
1701.
1702.